COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 7 OCTOBRE 1861.

PRÉSIDENCE DE M. MILNE EDWARDS.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Formule complète de la réfraction; par* **M. BABINET.**

« Pour établir la formule de la réfraction astronomique, c'est-à-dire de la réfraction qu'éprouvent les rayons en traversant l'atmosphère entière, j'ai supposé les hauteurs h prises au-dessus de l'horizon de l'observateur et non à partir du point de la surface de la terre qui correspond à dh. En prenant, comme on doit le faire, la hauteur h d'un point de la trajectoire du rayon sur la verticale passant par ce point, il en résulte que pour la réfraction horizontale le trajet atmosphérique est très-limité et que par suite l'expression de la réfraction ne peut jamais être une formule qui devienne infinie pour $z = 90°$. En supposant toujours un décroissement de température de 1° pour M mètres, la formule différentielle complète est

$$dr = dh \frac{R \sin z}{\sqrt{h^2 + 2Rh + R^2 \cos^2 z}} \left(1 + \alpha t - \frac{\alpha h}{M}\right)^{\frac{M}{0,76 D\alpha} - 2} (m-1) \frac{B}{0,76} \left(\frac{1}{0,76 D} - \frac{\alpha}{M}\right),$$

l'intégrale étant prise depuis $h = 0$ jusqu'a $h = \frac{M(1+\alpha t)}{\alpha}$.

» En attendant les applications numériques qui toutes jusqu'ici ont donné des résultats satisfaisants, je ferai remarquer qu'il sera sans doute néces-

saire de supposer M variable avec la hauteur h et de remplacer M par $M + kh$, k étant déterminé de manière à ce que l'on ait, par exemple, 220 mètres pour le décroissement de 1° quand on est à une hauteur de 7000 mètres. On aurait ainsi $M + 7000k = 220$ et $k = \frac{220 - M}{7000}$. La formule ainsi modifiée semble devoir représenter d'une manière suffisamment exacte la constitution de l'atmosphère et son effet sur les rayons lumineux qui la traversent. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre; par* **M. J.-A. Serret.**

« **1.** Tous les géomètres connaissent les belles recherches de Cauchy et de Jacobi sur l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre; les méthodes remarquables auxquelles ces illustres savants ont été conduits résolvent la question proposée de la manière la plus générale, et il semble qu'il n'y ait plus rien à ajouter à l'analyse qu'ils ont développée.

» Cependant la méthode de Jacobi et celle de Cauchy laissent subsister une difficulté que mon savant confrère et ami M. Bertrand a signalée le premier (*voir* t. XLV des *Comptes rendus*, p. 617), et qui résulte de ce que le procédé de démonstration employé cesse d'être admissible lorsqu'une certaine quantité qui s'introduit dans les calculs devient infinie ou indéterminée. Or, ainsi que l'a remarqué M. Bertrand, cette circonstance se présente dans le cas le plus général, et non pas seulement dans quelques cas exceptionnels. Pénétré de la valeur de cette objection, M. Ossian Bonnet a cherché à s'affranchir des difficultés en question, et il a fait connaître une démonstration géométrique du théorème de Jacobi pour le cas où le nombre des variables indépendantes se réduit à deux (t. XLV des *Comptes rendus*, p. 581).

» Mais le travail de M. Bonnet ne jette aucune lumière sur la portée véritable de l'objection formulée par M. Bertrand, laquelle subsiste dans son entier. J'ai l'honneur de faire connaître aujourd'hui à l'Académie le résultat des réflexions que j'ai faites sur ce sujet et que je lui aurais communiqué depuis longtemps si je n'avais été détourné de cette étude par des travaux d'une autre nature.

» Dans les explications qui vont suivre, je prendrai de préférence, pour point de départ, la méthode au développement de laquelle Cauchy a consacré

la première partie de son Mémoire (*Exercices d'Analyse et de Physique mathématique*, t. II, p. 238), et je me bornerai, dans cet article, au seul cas de deux variables indépendantes.

» 2. Soit

$$F(x, y, z, p, q) = 0 \tag{1}$$

l'équation proposée, dans laquelle z désigne une fonction inconnue des deux variables indépendantes x et y et où p et q représentent les dérivées partielles de z par rapport à x et à y respectivement. Pour achever de déterminer la fonction inconnue z, nous supposerons qu'elle soit assujettie à se réduire, pour $x = x_0$, à une fonction donnée, mais arbitraire $f(y)$ de y; dans la même hypothèse, on aura

$$q = \frac{df(y)}{dy} = f'(y).$$

» La méthode de Cauchy, fondée, comme celle d'Ampère, sur le changement de l'une des variables indépendantes, ramène le problème proposé au suivant :

» *Trouver quatre fonctions y, z, p, q des deux variables indépendantes x et y_0 qui satisfassent généralement aux deux équations*

$$\left\{\begin{aligned} &dz = p\,dx + q\,dy, \\ &F(x, y, z, p, q) = 0, \end{aligned}\right. \tag{2}$$

et qui, pour $x = x_0$, se réduisent respectivement à y_0, z_0, p_0, q_0; nous faisons, pour abréger,

$$z_0 = f(y_0), \quad q_0 = f'(y_0), \tag{3}$$

et nous désignons par p_0 une quantité déterminée par l'équation

$$F(x_0, y_0, z_0, p_0, q_0) = 0. \tag{4}$$

» Ce changement de variables conduit, pour la détermination des quatre inconnues, à quatre équations simultanées aux dérivées partielles; mais parce que ces équations ne renferment point la variable y_0, elles doivent être traitées comme des équations différentielles ordinaires, et si l'on désigne par

$$X\,dx + Y\,dy + Z\,dz + P\,dp + Q\,dq$$

la différentielle totale du premier membre de l'équation (1), on peut les

comprendre dans la formule unique

$$(5)\qquad \frac{dx}{P} = \frac{dy}{Q} = \frac{dz}{Pp + Qq} = \frac{-dp}{X + Zp} = \frac{-dq}{Y + Zq}.$$

On doit remarquer que l'une de ces équations est une conséquence du système formé par les trois autres et par l'équation (1).

» Au moyen des équations (5), on peut en général trouver des valeurs finies et déterminées de y, z, p, q, qui se réduisent respectivement à y_0, z_0, p_0, q_0 pour $x = x_0$; soient

$$(6)\qquad \begin{cases} y = f_1(x, y_0, z_0, p_0, q_0), \\ z = f_2(x, y_0, z_0, p_0, q_0), \\ p = f_3(x, y_0, z_0, p_0, q_0), \\ q = f_4(x, y_0, z_0, p_0, q_0), \end{cases}$$

ces valeurs. Si l'on élimine y_0, z_0, p_0, q_0 entre les deux premières équations de ce système et les équations (3) et (4), on obtiendra la valeur demandée de l'inconnue z.

» Telle est en résumé la méthode donnée par Cauchy, mais l'analyse qui y conduit exige que les valeurs de y, z, p, q, tirées des équations (6), rendent identique l'équation

$$\frac{dz}{dy_0} - q\frac{dy}{dy_0} = 0.$$

Pour établir que cette circonstance a toujours lieu, Cauchy pose

$$\frac{dz}{dy_0} - q\frac{dy}{dy_0} = I,$$

et il obtient l'équation

$$P\frac{dI}{dx} + ZI = 0,$$

dans laquelle nous supposons que y, z, p, q soient remplacées par leurs valeurs tirées des formules (6). En intégrant cette équation on trouve

$$\log\frac{I}{I_0} = -\int_{x_0}^{x}\frac{Z}{P}\,dx,$$

d'où

$$I = I_0 e^{-\int_{x^0}^{x}\frac{Z}{P}dx},$$

I_0 désignant la valeur que prend I pour $x = x_0$; et comme on a évidemment

$$I_0 = 0,$$

on en conclut généralement

$$I = 0.$$

L'objection que nous avons à discuter consiste donc en ce que la conclusion de Cauchy n'est plus admissible lorsque l'intégrale $\int_{x_0}^{x} \frac{Z}{P} dx$ cesse d'avoir une valeur finie et déterminée. Cette circonstance pourra se présenter et se présentera effectivement, si l'on attribue une forme déterminée convenable à la fonction $f(y)$ qui exprime la valeur de z dans l'hypothèse $x = x_0$; mais je dis que :

» *Si l'intégrale* $\int_{x_0}^{x} \frac{Z}{P} dx$ *cesse d'avoir une valeur finie et déterminée pour une certaine forme de la fonction* $f(y)$, *les formules* (6) *deviennent illusoires et cessent de fournir la solution du problème proposé; celle-ci est donnée, dans ce cas, par l'intégrale complète de Lagrange qui accompagne l'intégrale générale.*

» 3. Considérons toujours z_0 comme une fonction indéterminée de y_0, et supposons que p_0 ait été remplacé partout par sa valeur tirée de l'équation (4). Alors il est facile de voir que les expressions (6) de y et de z contiendront l'une et l'autre q_0, ou qu'elles seront toutes deux indépendantes de cette dérivée. Ce dernier cas ne peut évidemment se présenter que si l'équation proposée (1) est linéaire par rapport aux dérivées p et q, il ne saurait offrir en conséquence aucune difficulté, et nous en ferons ici abstraction. Cela posé, si l'on désigne par

$$(7) \qquad V = 0$$

l'équation obtenue par l'élimination de q_0 entre les deux premières équations (6), les quatre équations qui composent ce système (6) pourront être remplacées par les quatre suivantes :

$$(8) \qquad V = 0, \quad \frac{dV}{dy_0} + q_0 \frac{dV}{dz_0} = 0,$$

$$(9) \qquad \frac{dV}{dx} + p\frac{dV}{dz} = 0, \quad \frac{dV}{dy} + q\frac{dV}{dz} = 0.$$

» Ce théorème est bien connu, et pour l'établir, il suffit de prendre la différentielle totale de l'équation (7) où y et z sont fonctions de x et de y_0, z_0 de y_0 seule. Après avoir remplacé dans cette différentielle dz_0 par $q_0\,dy_0$, dz par $p\,dx + q\,dy$, et dy par sa valeur tirée de la première équation (6), il

faudra égaler à zéro les coefficients de dx et de dy_0 et l'on obtiendra deux équations qui devront être identiques en vertu des équations (6). L'une de ces deux équations contiendra nécessairement la dérivée $\frac{dq_0}{dy_0}$, et l'identité dont nous venons de parler, ne pourra avoir lieu que si le coefficient de $\frac{dq_0}{dy_0}$ s'annule. L'équation où figure cette dérivée se décompose ainsi en deux autres, et l'on obtient de cette manière les trois équations qui, avec l'équation (7), constituent les deux systèmes (8) et (9).

» Pour reconstruire l'équation proposée (1), il suffit évidemment d'éliminer y_0, z_0, q_0 entre les équations (7) et (9); d'où il suit que la seule équation (7) satisfait à l'équation (1), si l'on y regarde y_0 et z_0 comme deux constantes arbitraires; puisque les valeurs de p et de q que l'on en tirera dans cette hypothèse, seront les mêmes que celles obtenues dans l'hypothèse où y_0 et z_0 sont variables et assujetties à la deuxième équation (8). Cette solution particulière qui accompagne toujours une forme déterminée de l'intégrale générale, est ce que Lagrange a nommé une *intégrale complète;* nous allons voir dans quel cas elle peut nous donner la solution du problème proposé.

» 4. Cherchons d'abord à exprimer la valeur générale de $\int_{x_0}^{x} \frac{Z}{P}\,dx$ en fonction des quantités de l'intégrale. Pour cela, je supposerai, en vue d'abréger, que l'on ait résolu l'équation (7) par rapport à z et que l'on en ait tiré la valeur $z = M$, M étant une fonction donnée de x, y, y_0, z_0 qui se réduit à z_0 pour $x = x_0$ et $y = y_0$. Les équations (8) et (9) seront plus simplement

$$(10)\qquad z = M,\quad \frac{dM}{dy_0} + q_0\frac{dM}{dz_0} = 0,$$

$$(11)\qquad p = \frac{dM}{dx},\quad q = \frac{dM}{dy}.$$

On peut obtenir la valeur de la différentielle totale dF du premier membre de l'équation (1), en ajoutant la différentielle de la première équation (10) et celles des équations (11), après les avoir multipliées par des facteurs convenables λ, μ, ν,, propres à faire disparaître dy_0 et dz_0. On a donc

$$(12)\quad \begin{cases} dF = \left(\lambda\frac{dM}{dx} + \mu\frac{d^2M}{dx^2} + \nu\frac{d^2M}{dx\,dy}\right)dx + \left(\lambda\frac{dM}{dy} + \mu\frac{d^2M}{dx\,dy} + \nu\frac{d^2M}{dy^2}\right)dy \\ \qquad - \lambda dz - \mu dp - \nu dq, \end{cases}$$

les facteurs λ, μ, ν devant satisfaire aux deux équations

$$\lambda \frac{dM}{dy_0} + \mu \frac{d^2M}{dx\,dy_0} + \nu \frac{d^2M}{dy\,dy_0} = 0,$$

$$\lambda \frac{dM}{dz_0} + \mu \frac{d^2M}{dx\,dz_0} + \nu \frac{d^2M}{dy\,dz_0} = 0,$$

et, par suite, la valeur de $-\frac{Z}{P}$ sera

$$-\frac{Z}{P} = -\frac{\lambda}{\mu} = \frac{\frac{d^2M}{dx\,dy_0}\frac{d^2M}{dy\,dz_0} - \frac{d^2M}{dx\,dz_0}\frac{d^2M}{dy\,dy_0}}{\frac{dM}{dy_0}\frac{d^2M}{dy\,dz_0} - \frac{dM}{dz_0}\frac{d^2M}{dy\,dy_0}}.$$

Pour effectuer l'intégration de la différentielle $-\frac{Z}{P}dx$, il n'est pas nécessaire de remplacer, dans l'expression précédente, y par sa valeur tirée de la seconde équation (10); on évite effectivement cette élimination en procédant comme il suit : on peut écrire

$$-\frac{Z}{P}dx = \frac{\frac{d^2M}{dy\,dz_0}\left(\frac{dM}{dz_0}\frac{d^2M}{dx\,dy_0} - \frac{dM}{dy_0}\frac{d^2M}{dx\,dz_0}\right)dx + \frac{d^2M}{dx\,dz_0}\left(\frac{dM}{dy_0}\frac{d^2M}{dy\,dz_0} - \frac{dM}{dz_0}\frac{d^2M}{dy\,dz_0}\right)dx}{\frac{dM}{dz_0}\left(\frac{dM}{dy_0}\frac{d^2M}{dy\,dz_0} - \frac{dM}{dz_0}\frac{d^2M}{dy\,dy_0}\right)},$$

car les termes introduits dans le numérateur de cette expression se détruisent mutuellement. Cela posé, en différentiant la deuxième équation (10), savoir :

$$\frac{\left(\frac{dM}{dy_0}\right)}{\left(\frac{dM}{dz_0}\right)} + q_0 = 0,$$

dans l'hypothèse où y est fonction de x seule, on trouve

$$\left(\frac{dM}{dz_0}\frac{d^2M}{dx\,dy_0} - \frac{dM}{dy_0}\frac{d^2M}{dx\,dz_0}\right)dx = \left(\frac{dM}{dy_0}\frac{d^2M}{dy\,dz_0} - \frac{dM}{dz_0}\frac{d^2M}{dy\,dy_0}\right)dy;$$

au moyen de quoi l'expression précédente de $-\frac{Z}{P}dx$ peut s'écrire

(13) $$-\frac{Z}{P}dx = \frac{d\log\frac{dM}{dz_0}}{dx}dx + \frac{d\log\frac{dM}{dz_0}}{dy}dy = d\log\frac{dM}{dz_0}.$$

Comme la quantité M doit se réduire à z_0 quand on fait $x = x_0$, $y = y_0$, il est clair que $\frac{dM}{dz_0}$ se réduira, dans la même hypothèse, à l'unité, et l'on aura, en intégrant l'équation (13),

$$(14) \qquad - \int_{x_0}^{x} \frac{Z}{P}\, dx = \log \frac{dM}{dz_0};$$

telle est l'expression générale de l'intégrale que nous avons à considérer.

» 5. D'après ce résultat, l'intégrale $\int_{x_0}^{x} \frac{Z}{P}\, dx$ ne peut devenir infinie que si l'on attribue à la fonction $f(y)$ une valeur telle que la dérivée $\frac{dM}{dz_0}$ devienne nulle ou infinie, après la substitution de la valeur de y tirée de la deuxième équation (10); mais il est évident que cette dernière équation devient alors illusoire, c'est-à-dire qu'on n'en saurait tirer pour y une valeur finie et déterminée se réduisant à y_0 pour $x = x_0$; puisque l'hypothèse $x = x_0$, $y = y_0$ doit, par les conditions du problème, réduire $\frac{dM}{dz_0}$ à l'unité.

» Mais de ce que l'équation

$$\frac{dM}{dy_0} + q_0 \frac{dM}{dz_0} = 0$$

est impropre à fournir une valeur déterminée de y qui se réduise à y_0 pour $x = x_0$, on doit conclure généralement, que l'hypothèse $x = x_0$ fait disparaître y de son premier membre, et comme d'ailleurs cette équation est satisfaite par la double hypothèse $x = x_0$, $y = y_0$, il s'ensuit qu'elle a lieu identiquement, quel que soit y, quand on y suppose $x = x_0$. On voit enfin que si l'on fait $x = x_0$ dans l'équation

$$z - M = 0,$$

le premier membre ne contiendra pas y_0, puisque sa dérivée relative à y_0 est identiquement nulle; et parce que cette équation est satisfaite quand on pose $y = y_0$, $z = z_0 = f(y_0)$, elle donnera généralement

$$z = f(y).$$

Ainsi, en résumé, dans le cas que nous considérons, où les formules générales (10) deviennent illusoires, la solution du problème tel qu'il a été posé,

est donnée par l'intégrale complète qui accompagne l'intégrale générale, c'est-à-dire par la première équation (10).

» **6.** Pour donner une application de l'analyse qui précède, je considérerai l'équation

$$(15) \qquad F = pqy - pz + aq = 0,$$

dans laquelle a désigne une constante donnée; on a ici

$$P = -\frac{aq}{p}, \quad Q = \frac{pz}{q}, \quad Pp + Qq = pqy, \quad X + Zp = -p^2, \quad Y + Zq = 0,$$

et

$$\frac{Z}{P} = \frac{p^2}{aq};$$

les équations (5) sont alors

$$\frac{-pdx}{aq} = \frac{qdy}{pz} = \frac{dz}{pqy} = \frac{dp}{p^2} = \frac{dq}{0},$$

et l'on en tire sans difficulté les formules suivantes :

$$(16) \quad y = \frac{y_0(z_0 - q_0y_0) - a(x - x_0)}{\sqrt{(z_0 - q_0y_0)^2 + 2aq_0(x - x_0)}}, \qquad z = \frac{z_0(z_0 - q_0y_0) + aq_0(x - x_0)}{\sqrt{(z_0 - q_0y_0)^2 + 2aq_0(x - x_0)}},$$

$$(17) \qquad p = \frac{aq_0}{\sqrt{(z_0 - q_0y_0)^2 + 2aq_0(x - x_0)}}, \quad q = q_0,$$

qui sont, pour ce cas particulier, les intégrales générales (6). On a ensuite

$$(18) \qquad -\int_{x_0}^{x} \frac{Z}{P}\, dx = \log \frac{z_0 - q_0y_0}{\sqrt{(z_0 - q_0y_0)^2 + 2aq_0(x - x_0)}};$$

cette intégrale devient infinie quel que soit x, si l'on a

$$z_0 - q_0y_0 = 0 \quad \text{ou} \quad \frac{dz_0}{dy_0} = \frac{z_0}{y_0},$$

c'est-à-dire,

$$z_0 = \alpha y_0,$$

α étant une constante arbitraire. Mais en employant cette valeur de z_0, nos formules deviennent illusoires, car elles donnent, pour y et pour z, les

valeurs

$$y = -\sqrt{\frac{a}{2\alpha}(x - x_0)}, \quad z = \sqrt{\frac{a\alpha}{2}(x - x_0)},$$

qui sont indépendantes de y_0.

» Si l'on élimine q_0 entre les équations (16) pour former l'équation $z = \mathrm{M}$, on trouve

$$(19) \quad \left\{ \begin{aligned} z = \frac{y}{y_0}\left[z_0 - \frac{a}{y_0}(x - x_0)\right] \\ + \sqrt{\left(\frac{y^2}{y_0^2} - 1\right)(x - x_0)\left[-2a\frac{z_0}{y_0} + \frac{a^2}{y_0^2}(x - x_0)\right]} = \mathrm{M}\,; \end{aligned} \right.$$

on vérifie aisément que l'équation

$$\frac{d\mathrm{M}}{dy_0} + q_0\frac{d\mathrm{M}}{dz_0} = 0$$

donne la valeur de y fournie par la première équation (16), et qu'après la substitution de cette valeur, on a

$$\frac{d\mathrm{M}}{dz_0} = \frac{z_0 - q_0 y_0}{\sqrt{(z_0 - q_0 y_0)^2 + 2aq_0(x - x_0)}},$$

ce qui est conforme aux résultats généraux obtenus plus haut.

» Enfin, si l'on prend $f(y) = \alpha y$, et, par conséquent, $z_0 = \alpha y_0$, α étant une constante arbitraire, l'équation (19) devient

$$(20) \quad \left\{ \begin{aligned} z = y\left[\alpha - \frac{a}{y_0^2}(x - x_0)\right] \\ + \sqrt{\left(\frac{y^2}{y_0^2} - 1\right)(x - x_0)\left[-2a\alpha + \frac{a_2}{y_0^2}(x - x_0)\right]}. \end{aligned} \right.$$

Si l'on considère y_0 et α comme deux constantes arbitraires, l'équation (20) satisfera à l'équation aux dérivées partielles (15); d'ailleurs elle se réduit à $z = \alpha y$ pour $x = x_0$; elle donne donc la solution du problème proposé. »

GÉOLOGIE. — *Observations en réponse à une Note de* M. Élie de Beaumont, *relative à la théorie des filons*; *par* **M. J. Fournet.**

« Dans une Note très-bienveillante, insérée dans les *Comptes rendus* (t. LIII, p. 83), M. Elie de Beaumont me soumet les trois plus grandes difficultés qui aient été opposées à la théorie de la formation des filons métallifères par la voie de l'injection d'une matière fondue.

» La première est relative à l'état rubanné de certains filons. Il semble se concilier avec l'idée de leur remplissage par des incrustations successives. La seconde concerne l'impossibilité de concevoir, dans les conditions susdites, la coexistence du quartz et d'un carbonate, tel que celui de fer, par exemple. La troisième se déduit de certains fluides expansibles contenus dans les cristaux de quartz dits guttifères, parce qu'ils y sont plus communs que dans d'autres minéraux.

» 1° A l'égard du mot *rubannement*, j'observe d'abord que l'arrangement régulier qu'il faut supposer exister entre les matières d'un filon, ne se montre pour ainsi dire jamais d'une façon assez satisfaisante pour pouvoir servir de base à une théorie. Il n'est que l'expression élémentaire, symbolique, d'un état grossièrement général des filons, état auquel on a attaché une valeur qu'il ne mérite certainement pas.

» Ordinairement, les différentes matières injectées simultanément dans les fentes, brouillées par le mouvement ascendant, sont restées confondues. Elles se pénètrent réciproquement; elles s'entre-croisent dans divers sens, et affectent, par conséquent, les dispositions les plus variées, souvent porphyroïdes, irrégulières, glanduleuses, marbrées, manières d'être dont les partisans de la formation par les incrustations successives, occasionnées, tant par les sources que par les vapeurs, ne tiennent pas assez compte.

» C'est seulement dans des cas particuliers et très-rares que l'on peut observer des rubannements un peu soutenus. Ceux-ci s'expliquent le plus souvent par les étirements, par les laminages dont la masse injectée a dû subir l'influence au moment de sa pénétration dans les crevasses du sol, et l'état intermittent de ces sortes de veines confirme l'explication. Elles sont d'ordinaire de simples parties oblongues et non de véritables rubans.

» A l'appui de mes énoncés, j'ajoute ici de brefs aperçus au sujet d'un gros échantillon qui a été montré à la réunion géologique à Lyon en 1859. Il provient de nos filons de quartz de la vallée de la Brevenne. La première inspection de la pièce montre un rubannement aussi parfait que possible,

des zones jaspiques rouges, plus ou moins teintées, alternant avec des zones blanches, hyalines ou opaques. La régularité de ces superpositions en ferait un très-beau type pour les partisans du remplissage par des concrétions successives. Cependant un œil exercé peut y trouver la preuve d'une formation entièrement opposée. En effet, d'une zone rouge se détachent des filets qui traversent les zones blanches intermédiaires. Réciproquement, d'une zone blanche partent d'autres filets allant croiser les zones rouges. Où donc est ici la priorité à l'égard des incrustations? Évidemment elle n'est ni d'un côté ni de l'autre, puisque l'ordre d'ancienneté que l'on serait tenté de déduire de la disposition des filets rouges se trouve contre-balancé par celui qui dérive de l'allure identique des filets blancs. Je conclus donc qu'ici tout est contemporain. D'ailleurs les filets transversaux se concilient très-bien avec l'idée de quelques déchirements survenus lors de l'injection et de l'étirement d'une masse surfondue, en voie de solidification; tandis que les concrétions ou incrustations des cavernes et des vases quelconques ne présentent jamais ces sortes d'enchevêtrements. J'observe, en outre, que si, au lieu d'un gros échantillon, je n'avais pris qu'une partie du gîte assez minime pour de pas laisser voir l'intégralité du phénomène, j'aurais certainement raisonné dans le sens restreint des partisans du remplissage successif de la fente filonienne par les quartz de diverses natures.

» Quelques autres rubannements sont occasionnés par la tendance qu'ont certains corps liquéfiés à se condenser contre les parois de préférence à d'autres, selon les affinités respectives. On en a des exemples dans les dissolutions de plusieurs sels par un même liquide, car on en voit qui cristallisent tantôt les premiers, tantôt les derniers, suivant la nature des supports qu'on leur présente. Il doit en être de même à l'égard des matières fondues.

» Ces rubannements par cristallisation peuvent être non moins fallacieux que ceux qui sont produits par l'étirement. La preuve en est donnée par un autre échantillon également soumis à la Société Géologique. Il s'agit d'une pièce provenant du filon de fer oxydulé de Traverselle (Piémont). L'oxyde noir métallique y succède, par zones parallèles, avec d'autres zones de dolomie blanche, de façon à produire une alternance tellement remarquable, qu'elle a valu à ces sortes de parties de l'amas le nom de *minerais tigrés*. Eh bien, cet aspect tigré que l'on pourrait considérer comme étant le résultat d'incrustations successives, n'existe que sur une partie de l'échantillon.

» Sur le côté, on voit une autre zone dolomitique, disposée à angle droit de celles qui constituent la tigrure, et ces dernières vont se raccorder à cet

axe, à peu près comme les barbes d'une plume se rattachent à une tige commune. . . . .

» Donc, encore une fois, tout est ici contemporain, et la dolomie en voie de cristallisation s'arrangeait à sa façon en empâtant symétriquement le fer oxydulé au milieu de ses branches. J'ajoute qu'un échantillon trop petit, ne montrant, comme précédemment, que la première partie du phénomène, m'aurait porté à admettre encore une fois l'intervention d'un remplissage successif, si d'ailleurs les inégales disséminations de la dolomie, dans l'ensemble du gîte, n'avaient été pour moi un avis préalable à l'égard de l'injection simultanée.

» Au surplus, M. de Weissenbach, qui a publié une fort belle suite de dessins au sujet des rubannements, est porté à admettre une succession dans le dépôt des diverses matières des filons, et pourtant il ne méconnaît pas que la régularité est souvent troublée. De son côté, un mineur célèbre, M. Freiesleben, s'est élevé avec force contre les idées exagérées que l'on s'est faites en partant de ces ordonnances si sujettes à être troublées. Un seul filon de la Saxe, dit-il, satisfait, dans toute son étendue, à la loi du rubannement. Ce cas particulier ne peut pas constituer la base d'une loi générale.

» Pour ma part, considérant que les détails relatifs à ce filon sont passablement anciens, je suppose qu'un examen dirigé d'après les connaissances actuelles permettra d'y reconnaître des perturbations du genre de celles dont j'ai fait mention précédemment. Dans le cas où l'exactitude des anciennes observations serait constatée, je ne verrais encore dans le phénomène qu'un accident, soit de cristallisation, soit d'étirement occasionné par des parois plus unies ou par une pâte moins visqueuse que de coutume.

» Après tout, il me semble qu'une théorie des filons, pour être acceptable, doit reposer sur un ensemble de faits et non pas sur certains faits spéciaux du genre de celui-ci, que chacun interprète à sa guise.

» 2° Par la Note susdite, M. Élie de Beaumont me demande également comment j'explique, dans la théorie de l'injection à l'état de fusion, la coexistence du quartz et d'un carbonate, tel que celui de fer, par exemple.

» Or, en remontant à une ancienne Note sur le rôle de la pression en géologie (*Comptes rendus*, 1843), on verra que j'invoque, à l'appui de la possibilité du fait, l'influence de cette même pression qui, maintenant en place l'acide carbonique, oppose à la silice un acide plus puissant qu'elle, et par suite la décomposition du carbonate ne peut plus s'effectuer. C'est ce que j'expliquais en 1843 (*Comptes rendus*), et depuis, une expérience

faite par M. Petzholdt, en 1846, a confirmé la justesse de mon idée. Du reste ces difficultés avaient déjà été avancées par MM. Fuchs, Schafhault et autres; mais outre ce que j'ai pu dire antérieurement, il me faut aussi mentionner les réflexions de Berzélius, homme devant lequel je m'incline humblement. Je n'accepte pas les assertions des neptunistes. Ils disent que, quand on traite à chaud du calcaire avec du quartz ou autres minéraux siliceux, ceux-ci sont attaqués, parce qu'à une haute température l'acide silicique est plus énergique que l'acide carbonique, tandis qu'au contraire l'on trouve dans le calcaire grenu du quartz, du feldspath, du mica, du grenat, de la paranthine, et cette association doit être, dit-on, une démonstration irréfragable contre le point de vue plutonique. Cependant j'observe qu'à la pression ordinaire de l'atmosphère l'acide carbonique se dégage du calcaire, en vertu de sa tension, qu'il y ait silice ou non en présence, et qu'alors la base devenue libre, s'unissant à la silice, en peut séparer les autres bases plus faibles. Mais si l'acide carbonique est sans tension, il ne déplacera pas l'acide silicique; le calcaire fondra avec lui sous une forte pression. Dans le cas seulement où la tension de l'acide carbonique sera surmontée, l'acide silicique et les silicates se comporteront au feu avec les carbonates de la même manière que par la voie humide.

» 3° Abordant enfin les quartz guttifères, je fais immédiatement remarquer que les travaux de Brewster jetèrent un jour immense sur la question. Faisant usage du microscope, il put constater l'existence de liquides très-curieux contenus dans les fines bullosités des topazes, cymophanes, quartz et améthystes. Ces cavités affectent des formes variées, quelquefois ramifiées, étranglées, et il arrive qu'en vertu de leur ténuité, 80 000 d'entre elles sont accumulées dans une lame de topaze de $\frac{1}{7}$ de pouce carré. Encore en existe-t-il de plus petites. La même bulle contient souvent deux liquides non miscibles, l'un étant très-dilatable, l'autre fort peu. Le premier nage sur le second qui occupe les recoins, et quand celui-ci se trouve fixé dans l'étranglement d'une cavité oblongue, on lui voit jouer en quelque sorte le rôle d'un clapet au moment où le liquide volatil de l'une des parties de la géode dans laquelle il a été échauffé tend à passer dans l'autre dont la température n'a pas été modifiée.

» Les liquides expansibles s'évaporent aux températures de 23°,5 à 30°, ce qui en fait des corps plus volatils que l'éther. La simple chaleur de la main suffit pour les faire disparaître, et pourtant le refroidissement subséquent les ramène à leur état primitif. Ils sont environ trente-deux fois plus dilatables que l'eau. Les puissances réfringentes varient entre 1,2946

et 1,1311. Du reste, ces liquides sont susceptibles de se modifier et même de se dessécher en laissant une croûte résineuse ou poreuse.

» Ainsi, quand on ouvre une cavité, le liquide volatil manifeste un état d'agitation, conséquence de son évaporation; et quand ce mouvement cesse, il ne reste que des dépôts d'apparence obscure, mais transparents à une lumière plus vive et capables d'être liquéfiés par un exhaussement de la température. En outre, ces résidus sont solubles dans les acides nitrique, sulfurique et muriatique.

» Les liquides non volatils s'endurcissent très-promptement à l'air en prenant une apparence résinoïde. La chaleur ne dissipe pas leurs résidus, qui d'ailleurs sont insolubles dans l'alcool, mais attaquables avec effervescence par les acides muriatique, nitrique et sulfurique. Quelques échantillons laissent des globules verts, analogues à la cire et inattaquables par les mêmes acides; d'autres sont bruns.

» M. Brewster rencontra dans certains cristaux une substance solide, opaque, quelquefois cristallisée. Il arrive aussi que le liquide se compose d'eau, ou bien de pétrole et de gaz; enfin, certaines parties, en apparence gazeuses, sont vertes par réflexion et rouges par transparence.

» Quelques-uns de ces faits rappellent une intéressante observation de Patrin, au sujet des émeraudes vert-tendre de la montagne d'Odon-Tchelon, où elles sont associées aux topazes et au quartz noirâtre. Ces gemmes, susceptibles de devenir si dures, se brisent très-facilement au sortir de leurs gîtes. Alors les deux faces nouvellement séparées se montrent enduites d'un liquide dont l'aspect est gras, l'odeur pénétrante, et qui, étant aussi promptement vaporisable que l'éther, laisse au bout de quelques heures la pierre dépourvue de sa fragilité ordinaire. Tout cela me semble se rapprocher singulièrement des effets attribués à ce que l'on appelle *eau de carrière*, mais avec l'énorme différence qui existe entre l'eau proprement dite et une substance éthérée.

» Les fines gouttelettes de M. Brewster mènent directement aux cristaux guttifères; car tout se réduit à une amplification des cavités; mais il restait à procéder aux applications à la géologie, et H. Davy se posa la question (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 1823).

» Partant de considérations générales sur le neptunisme et le plutonisme, il conclut qu'il est impossible de trouver beaucoup de force dans les arguments des wernériens, attendu qu'ils ont trop généralement négligé, dans leurs spéculations, les lois des attractions chimiques. Cependant les cristaux guttifères, jusqu'alors considérés comme de solides appuis de leur théorie,

pouvant se prêter à quelques éclaircissements, il entreprit d'examiner les liquides et les gaz qu'ils renferment en se laissant guider par les motifs suivants :

» En admettant que ces cristaux aient été formés et que les fluides qu'on y observe pénètrent dans les vacuoles à une température et à une pression à peu près égales à celles de notre atmosphère, le liquide y occupera le même espace, et le gaz, en le supposant non absorbable, y existera au même degré de pression qu'au moment de leur introduction.

» Au contraire, si le phénomène est survenu à une température fort supérieure à celle que possède actuellement le globe, on peut s'attendre à trouver dans la cavité un vide provenant de l'excès de contraction que dut éprouver le liquide; et quant aux gaz, ils doivent être maintenant très-raréfiés. Toutefois, en accordant une beaucoup plus haute température à la surface du globe, il faut aussi supposer que l'atmosphère de vapeur aqueuse avait un poids plus considérable que de nos jours. De là une condition par laquelle le volume du fluide a pu être modifié au moment de son introduction dans le cristal, tous les liquides étant compressibles. Elle empêchera de tirer des expériences une conclusion précise relativement à la température que dut éprouver le cristal; mais, abstraction faite de cette précision, on était en droit d'en attendre d'intéressants résultats.

» Dès lors, voulant donner à ses opérations toute la rigueur possible, M. Davy fit forer ses cristaux avec des pointes de diamant, en travaillant d'ailleurs dans l'eau distillée, dans l'huile ou dans le mercure. Les gaz furent dégagés en introduisant des fils dans les cavités, et les liquides étaient extraits à l'aide de tubes capillaires. A l'avance, l'espace qu'ils occupaient avait été noté sur le cristal, et l'on s'assura en outre que les cavités étaient imperméables à l'air et à l'eau.

» 1° Trois cristaux de quartz de Schemnitz laissèrent le liquide extérieur se précipiter dans la cavité, et le globule gazeux éprouva une contraction qui le réduisit du sixième au dixième de son volume primitif. Dans une cavité plus spacieuse que les autres, la contraction se trouva entre six et sept fois son volume. Ce gaz parut être de l'azote pur, et le liquide propre au minéral était de l'eau presque pure ou contenant à peine des traces des sulfates alcalins.

» 2° Un quatrième cristal, supposé de Guanaxuato, donna une très-minime quantité d'eau, qui elle-même ne produisait que des nuages à peine sensibles avec les sels d'argent et le chlorure de barium. Le volume de gaz

se réduisit de $0^m,009$ à $0^m,001$ en diamètre, en sorte que sa raréfaction était plus grande que dans les autres cas.

» 3° Dans un autre quartz, que l'on croit provenir de la province de Minas-Géraès, le liquide était encore de l'eau, mais il fut impossible de déterminer la nature du gaz. En tout cas, il était plutôt comprimé que dilaté, car au moment de sa sortie, il acquit instantanément un volume dix à douze fois plus considérable.

» 4° Enfin, un cristal de la Gardette renfermait un liquide brun et visqueux, d'une consistance et d'un aspect semblables à ceux de l'huile de lin. Il se figeait et devenait opaque à 13°,5. Le gaz de la même cavité parut être la vapeur de ce liquide.

» L'eau extérieure s'introduisit instantanément dans la cavité qu'elle remplit totalement. Elle devint blanche et trouble, probablement sous l'influence de la substance huileuse qui se mit à surnager. Cependant cette eau n'offrit aucun goût distinct; elle dégageait simplement une odeur analogue à celle du naphte. D'ailleurs ce mélange aquoso-huileux se comportait à la chaleur comme une huile fixe; il n'entrait en ébullition qu'à une température élevée, et la substance enflammée donnait naissance à une fumée blanchâtre.

» De ces expériences, Davy conclut que si les cristaux de Minas-Géraès ont une origine ignée, ils doivent avoir été formés sous une pression immense, capable de produire une compression supérieure à la dilatation occasionnée par la chaleur. Puis, pour le quartz de la Gardette, le vide si parfait d'une cavité renfermant une substance expansible, mais peu volatile, le porte à déclarer qu'il peut être considéré comme étant hautement favorable à la théorie qui assigne aux cristaux de ce filon une origine ignée. D'un autre côté, M. Knox, auquel on doit une importante suite d'expériences relatives aux bitumes contenus dans les minéraux et les roches, M. Knox, dis-je, déclare nettement que les résultats de Davy fournissent un argument à peu près irrésistible en faveur du système plutonique, tandis qu'auparavant les minéraux guttifères étaient considérés comme une démonstration en faveur de la théorie aqueuse.

» Naturellement, le problème des gouttes de corps volatils dut exciter mon attention pendant le cours de mes nombreuses explorations relatives aux filons. J'en trouvai fort peu qui fussent dotés des précieux échantillons sur lesquels j'ai précédemment insisté, et déjà par elle-même cette rareté est un fait capital. Une autre circonstance qui découle de mes recherches est que

les filons dans lesquels je rencontrai ces objets sont liés à des émissions récentes, telles que celles des serpentines avec leurs protogines, leurs diorites et celles des granites ilvaïques, qui durent suivre de près en etablissant une sorte de raccordement avec les trachytes. Dans ce sens les quartz guttifères de la Hongrie, aussi bien que ceux de la Toscane, de l'île d'Elbe et des Alpes, appartiendraient à une époque caractérisée par l'abondance des bitumes, si manifestes non-seulement dans les serpentines, mais encore dans les obsidiennes et leurs annexes. Cet accord est donc déjà satisfaisant par lui-même, puisqu'il permet de faire dériver le phénomène d'une cause générale. Toutefois il ne s'agissait pas de s'arrêter à ces présomptions, le but essentiel étant de savoir si les quartz guttifères ont une origine éruptive ou aqueuse. Et ici doivent intervenir les observations détaillées des filons.

» D'abord, à l'égard de la formation des quartz guttifères de la Gardette dont M. Davy a si énergiquement stipulé le caractère plutonique, je rappelle que le filon qui les contient a été cité comme type de rubannement et d'incrustations successives, entre lesquelles survenaient des glissements qui en vertu de leur position conduisaient à une théorie très-complexe. Ayant à mon tour visité ce gîte en 1841, je puis certifier que les bandes individuelles, loin d'être continues, sont bientôt interrompues en se fondant dans la masse des bandes voisines, de façon à ne pas permettre de voir en elles des dépôts successifs : en cela elles imitent les stylolites renfermés dans l'épaisseur de certains bancs calcaires. Enfin, les rubans de ces bancs suivent les mêmes errements. De là je conclus que tout se réduit aux effets de froissements et de laminage du genre de ceux dont il a été fait mention dès le début. La cristallisation subséquente du quartz encore visqueux a fait le reste, et les brèches qu'il contient se sont comportées comme autant d'obstacles opposés au passage des rayures. Enfin j'observe qu'en cela je me trouve parfaitement appuyé par le résultat de Davy.

» Un autre gîte plus important est celui de Campiglia en Toscane. L'ayant étudié à trois reprises à partir de janvier 1841, j'ai constaté que la galène, la blende, le fer sulfuré, le cuivre pyriteux sont tricotés de la manière la plus intime avec le quartz, l'yénite et les pyroxènes fibreux. Ces minéraux forment en outre çà et là de larges sphéroïdes à zones concentriques. D'autres portions présentent les indices de rubannements qui sont la conséquence habituelle de l'étirement des masses injectées à l'état de fusion. Enfin, comme dans presque tous les filons métallifères, on rencontre, au sein de cette complication, des cavités géodiques à l'intérieur desquelles se dressent quelquefois de longs prismes de quartz dont les bases sont tressées,

fibre à fibre, avec le pyroxène radié. Ailleurs ils émanent des autres gangues du gîte, si bien que, faute de pouvoir distinguer quelque chose d'antérieur et de postérieur, il faut conclure que tout est ici parfaitement contemporain. »

M. **Plana** fait hommage à l'Académie d'un exemplaire de sa « Note sur la formation probable de la multitude des astéroïdes qui, entre Mars et Jupiter, circulent autour du Soleil, » et d'un exemplaire de son Mémoire « sur l'intégration des équations différentielles relatives au mouvement des comètes.... » (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.) Un avertissement placé en tête de ce dernier Mémoire indique qu'il est destiné à remplacer celui que l'auteur avait présenté le 26 mai à l'Académie des Sciences de Turin, et dans lequel une erreur de transcription d'une formule empruntée à la *Mécanique céleste* avait vicié certains résultats numériques.

M. **Plateau** adresse un exemplaire de la sixième série de ses « Recherches sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur. (*Voir* au *Bulletin bibliographique*.) Dans cette nouvelle publication le savant physicien fait connaître ses expériences sur les lames liquides minces et leurs assemblages, expériences dont plusieurs ont été reproduites sous les yeux de l'Académie dans la séance du 9 septembre.

M. **le Secrétaire perpétuel** présente au nom de *Sir Rod. I. Murchison* et de *M. A. Geikie*, une « première esquisse d'une nouvelle carte géologique de l'Écosse, accompagnée de notes explicatives ».

M. **Dallas Bache**, récemment nommé à une place de Correspondant pour la Section de Géographie et de Navigation, adresse ses remercîments à l'Académie.

RAPPORTS.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Rapport de la Commission des Alcoomètres, composée de* MM. **Chevreul**, **Despretz**, **Fremy** *et* **Pouillet** *rapporteur.*

« La Commission chargée de préparer une réponse à la Lettre que M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics a fait à l'Académie l'honneur de lui adresser à la date du 4 octobre 1858 (1), vient

(1) *Comptes rendus* de l'Académie, t. XLVII, p. 544: Extrait de la Lettre de M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics déjà imprimé au *Compte rendu* de

vous présenter un peu tardivement son Rapport. Elle avait à consulter une foule de documents, parmi lesquels il y en a de tout récents dont elle souhaitait avoir une entière communication, afin de ne rien omettre de ce qui pouvait l'éclairer sur ce sujet.

» Dès ses premières séances, la Commission a pensé qu'elle devait faire un examen approfondi des principes sur lesquels repose la construction de l'alcoomètre centésimal de Gay-Lussac; elle s'y est décidée par un double motif : d'abord, parce qu'il s'était élevé des doutes sur la vraie densité de l'alcool lui-même, dans des publications recommandables qui remontent seulement à quelques années; ensuite, parce que l'Académie ne possède, ni dans ses archives, ni dans ses publications, aucune pièce authentique sur les densités des mélanges d'eau et d'alcool dont Gay-Lussac avait fait des déterminations directes à des degrés de chaleur variés, depuis la température de 0 jusqu'à celle de 30°.

» Il fallait donc, avant tout, reprendre à nouveau la densité de l'alcool absolu, parfaitement pur, en opérant sur de telles masses et avec de telles précautions, qu'il ne pût rester de doutes dans l'esprit de personne sur ce point fondamental de la question; il fallait, en second lieu, ce qui était une tâche bien autrement étendue, arriver à la certitude qu'il n'y avait aucune erreur notable, soit dans les densités de toute la série des mélanges alcooliques possibles adoptés par la loi de 1824, soit dans les corrections de températures qui s'y rapportent.

» Pour accomplir ce travail, la Commission a engagé son rapporteur à poursuivre les recherches qu'il avait déjà commencées dans cette direction et dont les résultats définitifs sont consignés dans le Mémoire qu'il a présenté à l'Académie dans sa séance du 16 mai 1859, Mémoire dont on trouve l'extrait dans le *Compte rendu* de cette séance et le texte dans le tome XXX de la collection des *Mémoires de l'Académie des Sciences*. C'est après avoir coopéré à une partie de ces recherches et après en avoir examiné et discuté l'ensemble et les détails, que la Commission déclare qu'aucun doute ne

---

la séance du 4 octobre 1858, t. XLVII, p. 544 : « Des pétitions de producteurs et des vœux » du Conseil général de la Charente-Inférieure ont réclamé l'application aux alcoomètres » et aux thermomètres qui les accompagnent, du système de vérification prescrit par la » loi du 17 juillet 1837 relative aux poids et mesures. Avant de s'occuper des moyens de » satisfaire à ces vœux, l'Administration a besoin de savoir si scientifiquement et indus- » triellement la réforme demandée est praticable. C'est pour être éclairée sur ce point qu'elle » s'adresse aujourd'hui à l'Académie des Sciences. »

peut s'élever sur la parfaite exactitude des principes et des densités qui servent de base à la graduation de l'alcoomètre centésimal et que sous le rapport de la théorie cet instrument est irréprochable.

» Lorsqu'on passe de la théorie à la pratique, lorsqu'on arrive à l'exécution de l'alcoomètre, on rencontre de sérieuses difficultés; les unes tiennent à la fabrication du verre, à l'impossibilité ou à la presque impossibilité d'en travailler des tubes d'une longueur convenable qui se trouvent être à l'extérieur des cylindres parfaits; les autres, qui tiennent à l'ensemble des soins et des précautions minutieuses que l'artiste doit apporter à la graduation. En fait, l'alcoomètre a des imperfections, mais elles sont inhérentes à la nature des choses; ce qui n'empêche pas que son emploi, qui remonte à près de quarante ans, n'ait été et ne continue d'être un progrès considérable, soit pour asseoir l'impôt sur une base plus juste, soit pour faciliter les transactions dans une branche d'industrie aussi importante pour la France.

» Telles sont ses qualités scientifiques et industrielles.

» Si maintenant on considère l'alcoomètre au point de vue de la loi de 1837, il devient analogue à l'aréomètre en général, au thermomètre et à tous les instruments de cette espèce, qui, sous le rapport de la vérification légale, laissent grandement à désirer. En effet, il est indispensable de remarquer :

» 1° Que les alcoomètres ne sont comparables que dans certaines limites de tolérance;

» 2° Que leur graduation, une fois faite, s'altère avec le temps dans des proportions difficiles à définir;

» 3° Que cette graduation n'est pas à l'abri des entreprises d'un faussaire qui peut la rendre plus forte ou plus faible suivant qu'il agit comme vendeur ou comme acheteur;

» 4° Que l'alcoomètre ou le thermomètre ainsi faussés ne pourraient pas sans peine être saisis par la justice comme pièces de conviction, tant il est facile, seulement en les laissant tomber, d'anéantir le corps du délit.

» Or, un instrument qui se présente dans de telles conditions, doit-il recevoir le timbre de l'État? Peut-il rentrer dans la catégorie des poids et des mesures définis par la loi de 1837?

» La Commission ne pense pas que cette assimilation soit matériellement impraticable, mais elle reste convaincue qu'il n'en résulterait aucun avantage réel pour les transactions commerciales; puisque le timbre, qui serait

un témoignage de la vérité au jour où il serait apposé, pourrait bien quelques jours plus tard servir seulement de couverture à la fraude.

» En conséquence, nous proposons à l'Académie de répondre à M. le Ministre de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics, que scientifiquement les graduations du thermomètre et de l'alcoomètre reposent sur des principes incontestables; et que néanmoins, il y aurait sans doute plus d'inconvénients que d'avantages d'assimiler ces instruments aux *poids* et aux *mesures de capacité* compris dans la loi de 1837, et, comme tels, de les soumettre aux vérifications rendues obligatoires par cette loi, en tant qu'ils seraient appliqués à déterminer les valeurs alcooliques des esprits et des eaux-de-vie. »

Ce Rapport est mis aux voix et adopté.

ARITHMÉTIQUE. — *Rapport sur l'arithmographe polychrome de* **M. Dubois**, directeur des contributions directes à Foix.

(Commissaires, MM. Mathieu, Morin, Serret rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, MM. Mathieu, Morin et moi, d'examiner un appareil qui lui a été présenté par M. Dubois et auquel l'inventeur a donné le nom d'*arithmographe polychrome* (1).

» L'immortel Pascal paraît être le premier qui ait fait exécuter une machine à calculer, destinée, comme il le dit, à *suppléer au défaut de l'ignorance et du peu d'habitude*. Depuis, et à diverses époques, des instruments analogues ont été proposés pour atteindre le même but, et parmi ceux-ci on doit surtout remarquer la machine de M. Thomas de Colmar, et celle de MM. Maurel et Jayet, qui ont reçu l'une et l'autre, dans ces dernières années, l'approbation de l'Académie (2). Tous ces instruments, d'un prix généralement fort élevé, fonctionnent par le moyen de mécanismes plus ou moins simples, et les inventeurs sont quelquefois parvenus à surmonter, au point de vue de la mécanique appliquée, de sérieuses difficultés.

» Ce ne sont pas des questions de cette nature que M. Dubois a cherché

---

(1) M. Serret dépose sur le bureau l'instrument, très-bien exécuté, sur lequel a porté l'examen des Commissaires et que M. Dubois a voulu offrir à l'Académie.

(2) *Voir* le Rapport de Binet sur la machine de MM. Maurel et Jayet (*Compte rendu* de la séance du 12 février 1849); et celui de M. Mathieu sur l'arithmomètre de M. Thomas (*Compte rendu* de la séance du 11 décembre 1854).

à résoudre ; il a voulu au contraire construire un appareil absolument dépourvu de rouages ou de mécanismes quelconques, et pouvant offrir cependant quelques-uns des avantages réalisés par les machines. La disposition adoptée par l'auteur est ingénieuse et d'une grande simplicité; mais, hâtons-nous de le déclarer, pour opérer avec exactitude en se servant de l'arithmographe, il faut apporter un peu de *cette attention profonde qui fatigue l'esprit*, et à laquelle Pascal se flattait de suppléer au moyen de sa machine.

» L'instrument de M. Dubois est formé de deux tablettes rectangulaires en bois, fixées l'une sur l'autre ; la tablette inférieure, un peu plus longue que l'autre, suffit pour l'addition et pour la soustraction ; mais la multiplication et la division exigent en outre l'emploi de la tablette supérieure.

» Dans la première tablette sont pratiquées vingt-deux coulisses où peuvent se mouvoir, par le moyen d'un style, autant de *languettes* ou petites règles qui ont à peu près la même longueur que l'instrument ; ces languettes sont divisées en dix parties égales qui ont chacune leur couleur propre, *blanc*, *gris*, etc., et sur lesquelles on lit de haut en bas les dix nombres 0, 1, 2, 3, ..., 9.

» Cette disposition permet de considérer chaque languette comme renfermant tous les nombres de 0 à 99; le chiffre des dizaines n'est pas écrit, mais il est indiqué par la couleur, et il suffit, pour le connaître, de jeter les yeux sur une légende placée au milieu de l'instrument, et reproduisant les teintes conventionnelles avec la valeur numérique relative à chacune d'elles. Ces diverses couleurs jouent un rôle important dans l'addition et dans la soustraction exécutées au moyen de l'appareil, et c'est à raison de cette circonstance que M. Dubois a donné à son instrument le nom d'*arithmographe polychrome*.

» L'addition s'exécute par l'élévation successive des languettes, quelque grands que soient les nombres à ajouter; si cependant le total devait avoir plus de vingt-deux chiffres, il faudrait décomposer l'opération en plusieurs parties ; des régulateurs correspondants à chaque languette indiquent l'endroit où il faut placer la pointe du style pour obtenir l'élévation convenable. L'arithmographe opère successivement sur les unités de chaque ordre et en négligeant absolument les retenues, qui sont données ensuite par le tableau des teintes conventionnelles. Veut-on, par exemple, additionner les nombres 598, 987, 542? On inscrira le premier nombre sur l'arithmographe par l'élévation de trois languettes consécutives quelconques; on opérera ensuite

sur ces mêmes languettes, comme si elles étaient dans leur position primitive et qu'on voulût s'en servir pour inscrire le nombre 987; cette deuxième manœuvre amènera le nombre 475 dont les trois chiffres seront sur teinte grise ; on procédera de la même manière à l'inscription du nombre 542, ce qui amènera 917. Ce résultat est précisément celui que l'on obtiendrait en faisant l'addition d'après la règle ordinaire et en négligeant la précaution d'avoir égard aux retenues; mais le chiffre 7 apparaît sur teinte *grise*, ce qui indique, d'après le tableau conventionnel qu'il y a sur la somme des unités une retenue de 1 dizaine, il faut donc élever la languette des dizaines de 1, ce qui donne 2 sur teinte *rouge;* cette teinte indique une retenue de 2 centaines, on élève donc de 2 la languette des centaines qui donne 1 sur teinte *rouge;* par conséquent il faut encore élever de 2 la languette des mille, et alors on obtient le résultat définitif 2127. Ces opérations se font assez rapidement, mais il faut y mettre beaucoup de soin, si l'on ne veut être exposé à commettre des erreurs.

» La soustraction se fait d'une manière analogue; on inscrit d'abord le plus grand nombre sur la teinte grise et même sur l'une des teintes suivantes, si l'on a plusieurs soustractions successives à exécuter. L'abaissement des languettes donne le résultat que l'on obtiendrait par la voie ordinaire en négligeant de tenir compte des emprunts que l'on a pu être forcé de faire; le tableau des teintes conventionnelles indique ensuite la rectification qu'il faut faire subir au nombre obtenu. La disposition de l'appareil permet aussi d'opérer par le moyen des compléments et de ramener en conséquence la soustraction à l'addition.

» La tablette supérieure de l'instrument, qui se rapporte spécialement à la multiplication et à la division, porte également vingt-deux languettes mobiles dans des coulisses, comme celles dont nous venons de parler. Chacune de ces nouvelles languettes est une table de Pythagore où on lit de haut en bas, d'abord les dix nombres 0, 1, 2, 3,..., 9, puis leurs multiples par 2, par 3,..., par 9. Les chiffres qui représentent les unités sur chaque languette et ceux qui représentent les dizaines sont sur des teintes différentes; mais la teinte est la même pour les chiffres à droite d'une languette et pour les chiffres à gauche de la languette suivante.

» Dans la tablette où sont placées ces languettes, se trouvent pratiquées neuf rainures équidistantes marquées 1, 2, 3,..., 9; et, quand on écrit un nombre, dans la rainure marquée 1, par l'élévation des languettes, les multiples de ce nombre par 2, 3...., 9, apparaissent en même temps sur l'ins-

trument, chacun dans la rainure qui lui est propre; il faut seulement remarquer que, dans les diverses rainures, les deux chiffres voisins qu'on lit sur la même teinte représentent des unités de même ordre.

» Ainsi une seule manœuvre amène du même coup tous les produits partiels qui doivent concourir à la formation du produit de deux nombres donnés, et on obtient ce produit au moyen de la tablette inférieure en inscrivant successivement les différents produits partiels, comme nous l'avons indiqué.

» La division d'un nombre quelconque par un nombre d'un seul chiffre se fait d'une manière toute semblable; on peut pousser le calcul du quotient jusqu'au vingt-deuxième chiffre et même plus loin. Il suffit effectivement d'inscrire le dividende dans la rainure qui correspond au diviseur, et on lit le quotient dans la rainure marquée 1. Veut-on, par exemple, diviser 3 par 7? On inscrira le dividende à la rainure marquée 7, en observant que deux chiffres consécutifs sur même teinte représentent des unités de même ordre; ainsi le dividende sera écrit comme il suit 2, (8,1) (4,5) (6,3) (5,4) (9,0) (7,2) (8,1)...., et on lira, à la rainure marquée 1, le quotient demandé 0,4285714....

» Le cas où le diviseur a plusieurs chiffres ne se résout pas aussi facilement. Il faut d'abord inscrire le diviseur dans la première rainure, et comme tous les multiples de ce diviseur se trouvent écrits du même coup, on cherche le plus grand de ceux qui sont inférieurs au dividende; le numéro de la rainure indique le premier chiffre du quotient. Il faut ensuite retrancher du dividende le multiple du diviseur par ce chiffre, en faisant usage de la tablette inférieure; le reste obtenu est un deuxième dividende à l'égard duquel on procède comme on a fait pour le dividende proposé; et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'on ait obtenu tous les chiffres du quotient. Cette manœuvre est fort délicate et M. Dubois a cherché à s'affranchir de la difficulté qu'elle présente. A cet effet il a adapté à son appareil un étui contenant un cylindre mobile sur lequel est enroulée une table des inverses de tous les nombres entiers, de 1 à 999, calculés avec sept décimales. Au moyen de cette table on ramène la division à la multiplication, lorsque le diviseur a deux ou trois chiffres.

» Enfin la partie inférieure de l'appareil renferme encore dix règles qu'on peut faire sortir entièrement de leurs coulisses et sur lesquelles on trouve des tables propres à faciliter le calcul des racines carrées et des racines cubiques au moyen de l'arithmographe; mais il serait superflu d'entrer ici dans plus de détails relativement à cette partie de l'instrument.

» En résumé, sans prétendre que l'arithmographe polychrome puisse être employé avec avantage par les calculateurs, nous reconnaissons qu'il y a une idée neuve et ingénieuse dans le principe sur lequel repose la construction de cet instrument, et nous avons l'honneur de proposer à l'Académie de remercier M. Dubois de sa communication. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE. — *Détermination graphique des rapports du choc du cœur avec les mouvements des oreillettes et des ventricules : expérience faite à l'aide d'un appareil enregistreur* (sphygmographe); *par* MM. **Chauveau** et **Marey**.

(Commissaires, MM. Flourens, Rayer, Bernard.)

« Plus de vingt théories ont existé dans la science relativement à l'ordre de succession des mouvements du cœur, à la cause de ses bruits normaux et aux rapports qui existent entre le choc du cœur et les mouvements de l'oreillette et du ventricule. Les dissidences sur ce sujet étaient d'autant plus regrettables qu'il est indispensable dans la pratique médicale d'être fixé sur la nature et la succession des mouvements et des bruits du cœur à l'état physiologique.

» Le nombre des théories s'est bien réduit de nos jours, mais les opinions sont encore partagées, en France du moins, entre deux théories rivales. L'une, la plus ancienne et la plus répandue, soutient que le choc du cœur se fait pendant la *systole* ventriculaire dont il est l'effet immédiat et la manifestation extérieure; l'autre attribue ce choc à la contraction de l'oreillette et le considère comme l'expression de la *diastole* du ventricule. L'importance de la question a soulevé des discussions nombreuses; des expériences ont été faites pour rallier l'un des partis; mais toujours après avoir vu, palpé, ausculté le cœur d'un animal dont on avait ouvert la poitrine, chacun croyait trouver la confirmation de la théorie à laquelle il croyait à l'avance.

» Puisque la contradiction existait entre des observateurs témoins d'un même fait, c'est probablement que la démonstration n'était pas suffisamment claire pour tout le monde; que l'œil ne peut pas toujours saisir la succession rapide de ces mouvements multiples qui constituent une révolution du

cœur. Une seule chose restait à faire pour mettre fin aux dissidences : c'était de tâcher d'obtenir, à l'aide d'un appareil enregistreur, sur des animaux non mutilés, la représentation pour ainsi dire autographique des mouvements du cœur et du choc cardiaque, de manière à ne plus rien laisser à l'appréciation des sens dans la détermination des rapports de l'un avec les autres.

» Lorsque l'oreillette ou le ventricule se contractent, il survient une brusque augmentation dans la pression du sang que contiennent ces cavités. Signaler à l'aide d'un instrument enregistreur ces changements dans la pression nous a paru la meilleure manière de constater l'instant de la contraction de l'oreillette et du ventricule. L'expérience que nous avions déjà tentée il y a deux ans, au moyen de leviers de sphygmographe mis en communication avec les cavités du cœur par des tubes remplis d'eau, avait échoué à cette époque à cause des résistances trop grandes que causaient l'inertie et les frottements d'une longue colonne liquide. Nous la reprîmes dans ces temps derniers avec un succès complet en nous servant comme moyen de transmission de tubes à air, d'après le procédé de M. Buisson (1).

» L'expérience fut faite sur un cheval vigoureux qui est resté pendant tout le temps debout et parfaitement calme (on observa cependant une accélération sensible des battements du cœur).

» Une petite boule de caoutchouc gonflée d'air fut introduite dans un espace intercostal, du côté gauche, au niveau du ventricule ; elle recevait le choc développé par la pulsation cardiaque et le transmettait au moyen d'un long tube à un premier levier.

» Une sonde poussée dans l'oreillette droite, par la jugulaire, et terminée par une mince ampoule élastique pleine d'air, transmettait à un deuxième levier les impulsions développées par les systoles auriculaires.

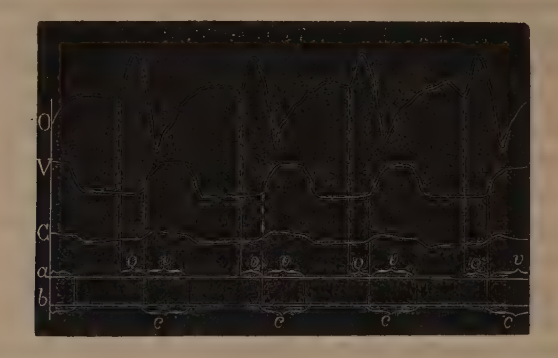
» Enfin, un troisième levier recevait les impulsions ventriculaires; il communiquait au moyen d'un long tube avec une sonde solidaire de celle de l'oreillette, mais plus longue et descendant jusque dans le ventricule. Une ampoule élastique le terminait également; un plomb adapté à son extrémité assurait sa descente.

» Quand on se fut assuré que les trois leviers fonctionnaient régulièrement, on leur fit écrire simultanément leurs indications sur un cylindre

---

(1) *Voir* la *Gazette médicale de Paris*, 18 mai 1861.

tournant recouvert d'un papier glacé enduit de noir de fumée. La figure ci-dessous reproduit ces indications.



» Le tracé supérieur O appartient à l'oreillette. Au début, l'oreillette est en relâchement et se remplit peu à peu par l'afflux veineux; aussi la ligne du tracé s'élève-t-elle graduellement. L'ascension brusque et brève qui succède à cette première partie du tracé indique ensuite la systole auriculaire. L'abaissement non moins brusque qui vient après résulte de l'aspiration que le vide thoracique cause sur l'oreillette relâchée. Puis arrive une nouvelle réplétion de l'oreillette, et la série des mouvements se répète comme tout à l'heure (1).

» Le tracé V indique le mouvement du ventricule; il débute pendant la systole. Le levier est alors relativement très-haut; il se tient un instant dans cette position; après quoi, il descend brusquement au moment du relâchement du ventricule, reste abaissé pendant toute la durée de ce relâchement et remonte de nouveau à la systole suivante. La durée de l'état d'élévation du levier correspond à la durée de la systole.

» La ligne C, qui donne le tracé du choc, commence au milieu d'une pulsation. Le commencement et la fin des pulsations suivantes sont indiqués par une série de mouvements d'ascension et d'abaissement de la ligne du tracé.

---

(1) Les oreillettes dans ce tracé ont beaucoup plus d'amplitude que dans les deux autres, parce que, vu la faiblesse de l'oreillette, nous avions donné à l'appareil transmetteur une exquise sensibilité. Les dimensions des tracés ne peuvent donc nullement donner une idée de l'intensité relative des systoles de l'oreillette et du ventricule, ils n'expriment que leurs rapports de succession.

» Considérons maintenant ces trois tracés dans leur ensemble, afin d'établir les rapports des mouvements de l'oreillette et du ventricule avec la pulsation cardiaque. Comme les trois tracés ont leur début sur une même verticale, il suffit d'abaisser des perpendiculaires du début des systoles de l'oreillette et du ventricule sur la ligne des chocs pour savoir laquelle des systoles coïncide avec le choc ventriculaire.

» On voit alors : 1° que la systole de l'oreillette débute et même finit longtemps avant le choc ventriculaire; 2° que la systole du ventricule commence exactement au début du choc et finit avec lui.

» Nous avons essayé de rendre la chose plus visible en reportant sur la ligne *a* la durée des systoles et leur position respective, tandis que la ligne *b* indique la position et la durée du choc.

» Il est inutile d'insister davantage sur la signification de ces tracés, qui nous semblent démontrer d'une manière irrécusable que le choc du cœur est un effet de la systole du ventricule, et que par conséquent il ne saurait y avoir de doute entre les deux théories rivales. Si l'erreur était possible lorsque la vue et le toucher devaient saisir les rapports de ces mouvements rapides, il n'en saurait être de même avec des appareils qui accusent l'apparition de chaque mouvement avec une approximation d'un vingtième et au besoin d'un cinquantième de seconde. »

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Description d'un nouveau ver à soie du chêne* (Bombyx Yama-maï) *provenant du Japon; par* **M. F.-E. Guérin-Méneville.** (Extrait.)

(Commission des vers à soie.)

« Dans sa séance du 22 février 1861 la Société d'Acclimatation a reçu de M. Duchesne de Bellecourt, consul général de France à Jedo, avec une assez grande quantité de graines du ver à soie du mûrier, un petit paquet d'œufs beaucoup plus gros portant cette seule indication : *Vers sauvages Yama-maï*. Avec ce paquet il y avait un petit échantillon de soie grége produite par ce ver sauvage; mais quand j'ai examiné cette belle grége, d'une couleur jaune un peu verdâtre, j'ai cru qu'il y avait eu erreur dans sa désignation, et qu'elle devait provenir de cocons du mûrier appartenant à la variété verdâtre que l'on connaît dans le Midi sous le nom de *cocons céladon*. Je ne suis revenu de mon erreur que longtemps après, en voyant le beau cocon, tissé par cette espèce, cocon jaune-verdâtre entièrement fermé, et qui ressemble tout à fait aux meilleurs cocons du ver à soie du mûrier. Ces

œufs ayant été immédiatement portés au Muséum par M. le Président, il m'aurait été impossible de les étudier; mais comme il désirait savoir s'ils appartenaient à une espèce connue, il m'en a envoyé huit ou dix que j'ai comparés aux œufs des vers à soie du chêne déjà publiés par moi (*B. Pernyi* et *Mylitta*), *Revue zoologique*, 1855, p. 292, pl. 6), et j'ai pu répondre que ces œufs me semblaient appartenir à une espèce voisine des deux précédentes, ce qui pouvait faire espérer que les chenilles mangeraient peut-être aussi les feuilles des chênes.

» C'est le 15 mars que ces œufs ont commencé à donner de jeunes vers au Jardin des Plantes, et c'est d'après de fausses indications que j'ai dit, dans la *Revue de Zoologie* (avril 1861, p. 188), qu'ils étaient éclos en même temps que les miens, car ceux-ci, conservés à une température moins élevée, n'ont donné leurs premières chenilles que le 2 avril. Au Jardin des Plantes et chez moi, les premiers vers ont péri, ne voulant accepter aucun des nombreux végétaux qui leur furent offerts. A cette époque, les chênes ne montraient encore, à Paris, aucun signe de végétation, et l'on était menacé de voie mourir de faim tous les sujets qui éclosaient journellement. Enfin un jeune chêne des serres du Muséum, le *Quercus cuspidata*, ayant donné quelques bourgeons, on en nourrit ces vers jusqu'à l'arrivée de feuilles demandées à Toulon et à Hyères, et l'on a pu alimenter ainsi les nouveau-nés jusqu'à l'époque où le développement des chênes (*Quercus pedunculata* et *castaneifolia*) a permis de se passer des envois de feuilles.

» C'est dans sa séance du 3 mai 1861 que j'ai annoncé à la Société d'Acclimatation la naissance de quelques chenilles sorties des huit à dix œufs qui m'avaient été envoyés pour savoir le nom de l'espèce à laquelle ils appartenaient, et dès ce moment j'annonçais que la comparaison de ces larves avec les figures inédites que j'avais faites antérieurement des chenilles du ver à soie du chêne provenant du Bengale (*B. Mylitta*), m'avait fait reconnaître que l'espèce japonaise était différente et peut-être nouvelle; et comme une étude précise et vraiment zoologique des premiers états d'une espèce peut et doit conduire à des résultats certains, j'ai pu, sans attendre la fin de l'éducation de cette unique chenille, déclarer dès le mois d'avril (*Revue de Zool.*, 1861, p. 191, et *Comptes rendus*, 13 mai 1861) que le papillon à naître appartiendrait à une nouvelle espèce à laquelle je donnai le nom de *Bombyx Yama-maï*, en la classant entre les *B. Mylitta* et *Pernyi*, mais plus près du dernier, avec lequel il a le plus de points de contact dans son état parfait.

» La femelle que j'ai obtenue ne pouvait, dans aucun cas, être fécondée

par les mâles qu'on aurait pu espérer de l'éducation du Jardin des Plantes. En effet, les quarante chenilles qui restaient à cet établissement quand il en a été montré à la Société d'Acclimatation, le 17 mai 1861, ont fait leurs quatre cocons beaucoup plus tôt (avant le 10 juin), tandis que la mienne, élevée dans de meilleures conditions hygiéniques, presque en plein air, n'a fait le sien que le 5 juillet. Il est évident que si les chrysalides n'étaient pas mortes dans ces cocons du Muséum, les papillons seraient éclos aussi beaucoup plus tôt et n'auraient pu attendre un mois l'apparition de ma femelle pour la féconder. Du reste, et en admettant que ces quatre cocons, restes d'une éducation détruite par la maladie, aient encore donné leurs papillons, on ne pouvait espérer, avec un si petit nombre de sujets, l'apparition presque simultanée de deux individus de sexes différents, condition de simultanéité rigoureusement nécessaire, ainsi que je l'ai dit (*Revue de Zoologie*, 1861, p. 273), à la fécondation, puisque l'on sait qu'un papillon éclos à quelques jours de distance d'un autre est un vieillard pour celui-ci et qu'il est repoussé par lui avec obstination.

» L'éducation du sujet qui fait l'objet de ce Mémoire a duré près de trois mois, ou 82 jours, ainsi répartis entre les cinq âges de la chenille :

Premier âge. — Naissance le 15 avril; sommeil le 26; réveil ou première mue le 30. Total	16 jours.
Deuxième âge. — Sommeil le 10 mai; réveil le 14. Total	14
Troisième âge. — Sommeil le 22; réveil le 25. Total	11
Quatrième âge. — Sommeil le 6 juin; réveil le 11. Total	17
Cinquième âge. — Commencement du cocon le 5 juillet. Total	24
Total des cinq âges	82 jours.
Depuis la formation du cocon jusqu'à l'éclosion du papillon, le 25 août	51
Total (environ 4 mois et demi)	133 jours.

» Cette vie prolongée de la chenille montre bien que cette espèce n'a qu'une génération par année, ce qui la rend éminemment propre à être cultivée sous notre climat de l'Europe tempérée. L'éclosion du papillon 51 jours après la formation du cocon, et la ponte immédiate des œufs en automne, montrent que cette espèce se comporte complétement comme le ver à soie du mûrier, et que ses œufs ne peuvent éclore qu'au printemps suivant, ce qui permet de les garder tout l'hiver et de les faire voyager pendant six mois au moins. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De la connexion entre les phénomènes météorologiques et les variations du magnétisme terrestre; remarques de* **M. Broun** *à l'occasion d'une Note du* P. Secchi, *imprimée au* Compte rendu *du* 6 *mai* 1861.

(Commissaires, MM. Pouillet, Despretz, Duperrey.)

« Quoiqu'il n'y ait point eu encore d'examen sérieux publié sur ce sujet, je l'ai étudié quand j'ai discuté les observations faites sous ma direction à l'Observatoire de Makerstoun en Écosse. S'il eût existé quelque relation un peu marquée entre les variations magnétiques et météorologiques, je m'en serais aperçu immédiatement. Je fis alors, en effet, une discussion spéciale pour déterminer si les variations de la température extérieure avaient eu quelque effet sur la portion de l'aimant bifilaire et j'arrivai à la conclusion qu'il n'y en avait pas (1). Cette conclusion est de quelque importance dans cette question; car il paraîtrait, d'après la discussion des observations romaines, que l'intensité horizontale du magnétisme terrestre s'accroît quand le vent du nord souffle et que le baromètre monte, tandis que cette intensité diminue si le vent est du sud ou que le baromètre tombe. On sait que ces deux derniers phénomènes sont liés l'un à l'autre et à une température croissante, tandis que les deux premiers sont liés à une diminution de température.

» Si les variations dues aux vents avaient été petites, j'aurais considéré cette dernière liaison comme une explication de toute la discussion, surtout en raison de ce que le coefficient de la température indiqué pour le bifilaire romain ($\frac{8}{100.000}$ de la composante horizontale) est moins de la moitié du coefficient moyen des bifilaires. Des observations qui n'ont pas été corrigées ou qui ont été corrigées d'une manière insuffisante pour les effets de la température, auraient donné des résultats qui auraient parfaitement ressemblé à ceux qu'on a tirés des observations de Rome.

» Il paraît cependant que les variations d'intensité sont trop grandes pour pouvoir s'expliquer par une erreur de cette espèce, et mes propres études qui donnaient des conclusions négatives, et que je discontinuai pour cette raison, quelque claires qu'elles fussent pour moi, ne pouvaient être accep-

(1) *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XVIII, Introduction.

tées par d'autres en présence de résultats opposés aussi positifs que ceux de la Note du directeur de l'observatoire du Collége Romain. J'ai donc entrepris une discussion spéciale des observations du bifilaire et de l'anémomètre faites à Makerstoun d'heure en heure (1844). On trouvera ces observations dans les *Transactions de la Société Royale d'Édimbourg*, volume XVIII. J'ai comparé la moyenne de la force horizontale de chaque jour avec la moyenne des quatorze jours qui précèdent et des quatorze jours qui suivent, et la différence (*plus* si la moyenne du jour était plus grande, *minus* si elle était plus petite) était considérée comme indépendante des variations annuelles et séculaires. Je donne ici un résumé des résultats, d'abord pour le nombre des jours pour lesquels la différence était positive, et pour lesquels elle était négative. Afin de faciliter la comparaison, les nombres du R. P. Secchi sont placés en regard des miens.

Direction du vent à Makerstoun. 1844.	Bifilaire Makerstoun + Jours.	Bifilaire Makerstoun — Jours.	Direction du vent à Rome. 1860.	Bifilaire Rome haut ou montant. Jours.	Bifilaire Rome bas ou descendant. Jours.
Sud.........	39	39	Sud.........	20	81
Est..........	30	16 ½	Est..........	9	22
Nord........	27 ½	29 ½	Nord........	119	17
Ouest.......	63 ½	49	Ouest........	42	21

» On verra qu'à Makerstoun, quand le vent est au sud, il y a autant de jours avec le bifilaire haut qu'avec le bifilaire bas; on arrive à peu près aux mêmes conclusions pour le vent du nord; en ce qui concerne les autres vents, le bifilaire est le plus souvent au-dessus de la moyenne; le résultat pour le vent d'ouest s'accorde avec le résultat du bifilaire romain; mais il est loin d'en être de même pour le vent d'est. Il est donc évident que les résultats des observations du Collége Romain ont un caractère tout à fait local.

» Les jours de grande et de petite différence ayant le même poids dans le tableau qui précède, il vaudra mieux considérer les moyennes des différences positives et négatives pour chaque vent. Ces différences en dix-millièmes de la composante horizontale sont indiquées dans le tableau ci-après :

Direction du vent à Makerstoun; 1844.	Moyenne journalière + ou — de la moyenne mensuelle.
Sud..............................	— 0,87
Est..............................	+ 0,88
Nord..............................	— 0,43
Ouest..............................	+ 0,28

» Ces résultats n'ont point de rapport avec ceux du P. Secchi, et les quantités indiquées sont plus petites qu'une division du bifilaire romain. Mais il y a pourtant un résultat, et j'ai cru devoir l'examiner plus soigneusement, afin de déterminer jusqu'à quel point il peut être accidentel. J'ai fait cet examen en divisant la discussion en deux parties, l'une pour les vents faibles (force moyenne au-dessous d'un cinquième de livre par pied carré de surface), l'autre pour les vents forts (un cinquième de livre et au-dessus). Je trouve pour les vents *faibles* du nord, et aussi pour ceux du sud, le bifilaire *au-dessous* de la moyenne dans le plus grand nombre de jours, tandis qu'il se trouve *au-dessus* de la moyenne pour les mêmes vents *forts*. Je trouve aussi que les vents faibles du sud et de l'ouest ont la différence moyenne négative, tandis que pour les mêmes vents forts elle est positive.

» Ces résultats me paraissent assez concluants quant à ce qui se passait à Makerstoun; cependant, à en juger d'après les nombres si différents et si distincts du P. Secchi, on pourrait être induit à croire qu'il existe des lois locales et que le vent du nord fait accroître l'intensité à Rome, tandis qu'il la fait diminuer à Makerstoun quand il est faible, et qu'il n'y a aucun effet quand il est fort. Mes recherches sur l'intensité horizontale feront voir qu'une hypothèse semblable ne peut reposer sur aucune base sérieuse.

» J'ai fait voir, dans un Mémoire imprimé récemment, qu'à peu d'exceptions près, lorsque l'intensité moyenne diminue ou augmente sur un point quelconque de la surface de la terre, elle diminue ou augmente à peu près de la même quantité sur tous les autres points. Ainsi la terre agit comme un aimant que l'on rend un peu plus fort ou un peu plus faible : l'accroissement ou la diminution sur un point quelconque étant à peu près proportionnel à la force sur ce point. Ce fait est complétement opposé à une hypothèse qui attribuerait ces variations à un phénomène tout à fait local.

» Comme il n'y a pas eu d'observations faites à Rome en même temps que celles qui se faisaient à Makerstoun, j'ai été obligé de choisir une autre station pour démontrer l'exactitude de cette conclusion; j'ai choisi Singapore, près de l'équateur (lat. $1^{\circ} 15'$ N., long. $6^{h} 45^{m}$ O. de Greenwich), car les vents de Makerstoun doivent nécessairement avoir moins de rapports avec ceux de Singapore qu'avec ceux de Rome. Ayant donc discuté les observations du bifilaire à Singapore, faites en 1844, simultanément avec celles de Makerstoun, relativement aux vents qui y soufflaient dans la même année, j'ai trouvé les résultats suivants :

Direction du vent à Makerstoun, 1844.	Bifilaire Singapore, 1844. +	−
	Jours.	Jours.
Sud	34 ½	43 ½
Est	28	17 ½
Nord	29	29
Ouest	61 ½	51

» Si l'on compare ces nombres avec ceux que j'ai déjà donnés pour Makerstoun, il sera évident que ce sont à peu près les mêmes; la différence des nombres pour le vent du sud étant due surtout aux jours où le bifilaire variait peu de la moyenne. Il paraît donc que le résultat trouvé pour Makerstoun était tout à fait indépendant des vents, puisqu'on trouve le même résultat du bifilaire à Singapore.

» La discussion pour Singapore était divisée en deux parties comme pour Makerstoun; je ne donne pas ici les détails, mais les résultats pour le nombre des jours ressemblaient à peu près à ceux de Makerstoun, sauf l'exception déjà indiquée. Quand cependant on considère la différence moyenne, on la trouve moindre à Singapore qu'à Makerstoun, les effets des grandes perturbations étant moindres à la latitude la plus basse. On verra que j'ai indiqué la vraie cause de cette variation, si on retranche de la discussion les trois jours dans lesquels la différence a été la plus grande en 1844 (c'est-à-dire mars 29, avril 17, novembre 22), ce qui peut se faire avec d'autant moins d'inconvénients qu'il n'y avait eu de changements de direction dans le vent, qui soufflait entre le sud et l'ouest, ni durant ces jours-là ni pendant ceux qui les avaient précédés et suivis.

» Pour les deux directions indiquées ci-dessus, voici quelles sont les quantités à Makerstoun et à Singapore :

Direction du vent	Vents faibles.		Vents forts.		Vents de toutes forces.	
à Makerstoun.	Makerstoun.	Singapore.	Makerstoun.	Singapore.	Makerstoun.	Singapore.
Sud	− 0,79	− 0,63	− 0,02	− 0,01	− 0,40	− 0,32
Ouest	− 0,46	− 0,26	+ 0,34	+ 0,23	+ 0,10	+ 0,07

» Si l'on réfléchit que la plus forte quantité dans les résultats finals (− 0,40) peut se produire par une variation de 0,08 (8 centièmes) d'un degré centigrade dans la température de l'aimant, on verra, 1° que l'effet du vent à Makerstoun doit être excessivement petit, même à supposer que les quantités résultant de la discussion soient dues aux vents; 2° que ces

petites variations mêmes ne sont pas dues aux vents à Makerstoun, puisque le bifilaire à Singapore donne les mêmes résultats; 3° que, en faisant une discussion pour un argument quelconque, on doit trouver à peu près partout le même résultat; 4° que les observations de Makerstoun et de Singapore, sur lesquelles repose cette discussion, ont été parfaitement corrigées pour les effets de la température, car sans cela il n'y aurait pas eu de ressemblance entre les résultats.

» Je ne devrais pas terminer cette Note sans remarquer que le R. P. Secchi a conclu que les perturbations magnétiques font prévoir le temps; il a en effet donné des nombres qui paraissent prouver que les perturbations étaient plus fréquentes en 1860 quand le vent soufflait du sud à Rome. Quand on se souvient que les perturbations magnétiques se font sentir partout simultanément, la liaison avec le vent du sud à Rome pourrait paraître extraordinaire; mais il y a ici trois choses à considérer : 1° la définition d'une perturbation magnétique; 2° le nombre de jours de l'année où le vent souffle du sud; et 3° (et c'est la considération la plus importante) j'ai démontré, dans les discussions des observations de Makerstoun, que la perturbation magnétique était la plus forte vers les équinoxes. Comme chaque endroit a un vent qui prévaut à ces époques-là, les discussions donneraient des résultats différents pour chaque station. Ainsi à Makerstoun, en 1844, les vents du sud-ouest soufflaient aux époques de la plus grande perturbation; à Rome, c'étaient peut-être les vents du sud comme en 1860, et à Singapore les vents de l'ouest. »

MÉCANIQUE. — *Recherches théoriques sur les effets mécaniques de l'injecteur automoteur de M. Giffard; par* **M. H. Résal**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Lamé, Clapeyron.)

« Dans le Mémoire que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie, je donne la théorie complète des effets mécaniques que présente l'injecteur automoteur de M. Giffard. Cette question a été traitée par plusieurs auteurs qui tous ont été arrêtés par une indétermination dans le calcul des inconnues du problème, indétermination qui a été restreinte par quelques-uns d'entre eux, en fixant des limites aux éléments principaux dont dépend le fonctionnement de l'appareil.

» Vers le mois de novembre 1859, avant qu'aucun Mémoire eût paru sur ce sujet, j'avais établi les équations fondamentales données jusqu'à ce

jour, notamment l'équation relative à l'échange des quantités de mouvement, modifiée par l'influence des pressions d'amont et d'aval que les auteurs précités ont négligée. On sait, en effet, que lorsqu'il se produit un changement brusque de vitesse dans le mouvement d'un fluide, il en résulte une réduction de pression comparable à la vitesse perdue, et dont il faut tenir compte. Le terme que j'ai ajouté peut dans certains cas doubler la vitesse théorique de la gerbe lancée dans le récepteur divergent.

» J'ai fait disparaître l'indétermination dont je viens de parler, en introduisant dans l'équation des forces vives, en dehors de la perte de travail due à la collision de l'eau et de la vapeur, le travail qu'il faut dépenser pour condenser une vapeur surchauffée relativement à sa pression. Les résultats auxquels je suis parvenu, s'accordent d'une manière très-satisfaisante avec ceux de cinquante expériences que j'ai exécutées avec la collaboration de M. Minary, sur un appareil spécial qui représente le principe de l'injecteur, mais qui en diffère par certaines dispositions particulières propres à arriver à une plus grande exactitude. J'ai placé à la fin de mon travail la relation de ces expériences, dans lesquelles on a fait varier la température de l'eau d'alimentation de 10° en 10°, entre 20° et 50°, ainsi que le débouché annulaire de l'eau. Nous avons même exécuté une série d'expériences en employant de l'eau à la température de 15°; de plus nous avons trouvé 0,97 pour le coefficient de dépense relatif au débouché annulaire compris entre les deux ajutages coniques.

» J'ai donné une théorie nouvelle de l'introduction de la gerbe dans le récepteur divergent, en tenant compte du rapport qui descend quelquefois à $\frac{1}{10}$ de la densité de la gerbe à celle de l'eau; c'est ainsi que j'ai pu expliquer certains faits de l'expérience qui tournaient au paradoxe, lorsqu'on admettait que la gerbe était réellement liquide, tandis qu'elle ne constitue qu'un assemblage de globules séparés les uns des autres par des intervalles comparables à leurs propres dimensions.

» Enfin la détermination du maximum de hauteur de la colonne d'aspiration ne présente aucune difficulté.

» Les formules que j'ai établies permettent de faire le projet d'un injecteur devant alimenter une chaudière d'une surface de chauffe déterminée, fonctionnant sous une pression maximum donnée. Le tout se réduit à résoudre une équation du troisième degré, et à vérifier si la racine positive moyenne satisfait à une condition qui résulte de la nature de la question, et qui doit être remplie pour que l'appareil puisse fonctionner. »

CHIMIE. — *Notice sur la composition et les propriétés de quelques cinnamates et nitrocinnamates; par* **M. E. Kopp.** (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Pelouze, Payen, de Senarmont.)

« Les cinnamates, dont un certain nombre a déjà été examiné par M. Herzog, ont été préparés avec de l'acide cinnamique, retiré du styrax liquide. Ceux à base alcaline sont très-solubles dans l'eau; mais, à l'exception du cinnamate ammonique, ils sont peu solubles dans des solutions alcalines concentrées : ceux à base alcalino-terreuse sont peu solubles à froid, plus solubles à chaud; ceux à base terreuse sont insolubles, mais partiellement décomposables par l'eau bouillante; ceux à base métallique sont presque insolubles même dans l'eau bouillante, mais l'addition d'une petite quantité d'acide acétique facilite généralement leur solubilité.

» *Cinnamate de potasse*, $C^{18}H^{7}KO^{4}$. Très-soluble, difficilement cristallisable en lamelles nacrées groupées en mamelons; dissous dans une solution bouillante et assez concentrée de potasse caustique, il cristallise facilement en belles paillettes nacrées anhydres.

» *Cinnamate de soude*, $C^{18}H^{7}NaO^{4}$. Très-soluble, grimpant, cristallise en croûtes surmontées de houppes de petites aiguilles blanches ou en verrues compactes. Dissous dans la soude caustique faible, il cristallise en belles aiguilles renfermant 1 équivalent d'eau de cristallisation. Dans la soude caustique concentrée le sel est presque insoluble à froid et s'y dépose sous forme de globules durs, jaunâtres, à structure rayonnée et anhydres.

» *Cinnamate ammonique*, $C^{18}H^{8}O^{4}$, $H^{3}N$. Très-soluble, cristallisant en paillettes ou petites aiguilles. Par l'évaporation à l'air, de l'ammoniaque se dégage.

» *Cinnamate de chaux*, $C^{18}HC^{7}aO^{4} + 3\,aq$. Cristallise en belles aiguilles blanches, brillantes, formées de lames minces nacrées, présentant des parallélogrammes presque rectangulaires. Abandonné à l'air, il perd 1 équivalent d'eau et les 2 autres équivalents à 150°.

» *Cinnamate barytique*, $C^{18}H^{7}BaO^{4} + 2\,aq$. Lames transparentes, nacrées, très-larges et de forme irrégulière. Devient anhydre à 140°. Distillé avec un excès d'hydrate de baryte, fournit du cinnamène $C^{16}H^{8}$ presque pur.

» *Cinnamate stronsique*, $C^{18}H^{7}SrO^{4} + 4\,aq$. Sel récemment cristallisé, il se présente sous forme d'aiguilles blanches, nacrées, presque opaques, composées de prismes très-petits. Il est beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid. Il perd 2 équivalents d'eau lorsqu'il est exposé à l'air sec, et devient anhydre à 140°.

» *Cinnamate magnésique,* $C^{18}H^{7}MgO^{4} + 3aq$. Sel cristallisé à froid, en petites aiguilles blanches, qui se ternissent promptement à l'air. Le sel déposé d'une solution bouillante est $C^{18}H^{7}MgO^{4} + 2aq$, et se présente sous forme d'aiguilles brillantes, groupées en houppes formées par la superposition de petites lames allongées, très-minces et d'un aspect nacré. Il fond vers 200° et devient anhydre.

» *Cinnamate manganeux,* $C^{18}H^{7}MnN^{4} + 2aq$. Précipité blanc-jaunâtre cristallin, qui cristallise dans de l'eau bouillante aiguisée d'acide acétique en paillettes jaunâtres, brillantes et embriquées les unes sur les autres.

» *Cinnamate zincique,* $C^{18}H^{7}ZnO^{4} + 2aq$. Précipité blanc; repris par l'eau bouillante, cristallise en aiguilles prismatiques, brillantes, transparentes, qui se groupent quelquefois sous forme de champignon.

» *Cinnamate cuivrique,* $C^{18}H^{7}CuO^{4} + xCuO, HO$. Le précipité obtenu par double décomposition, d'un bleu un peu verdâtre, est un sel basique très-hydraté. Chauffé, il perd du bleu et se décompose ensuite en fournissant de l'acide cinnamique, du cinnamène et un dépôt charbonneux de cuivre métallique.

» *Cinnamate plombique,* $C^{18}H^{7}PbO^{4}$. Précipité blanc, qu'on peut aussi obtenir en lames aplaties ou allongées en aiguilles et en petits grains durs et arrondis.

» *Cinnamate argentique,* $C^{18}H^{7}AgO^{4}$. Précipité blanc ou bien aiguilles soyeuses, nacrées, constituées par de petites lamelles allongées, qui présentent souvent des bifurcations.

» *Cinnamène,* $C^{16}H^{8}$. Le cinnamène est non-seulement isomère, mais complétement identique avec le styrol. En effet, le cinnamène pur peut être transformé en métacinnamène parfaitement solide, transparent et possédant toutes les propriétés du métastyrol, non-seulement en le maintenant assez longtemps à une température voisine de l'ébullition, mais cette curieuse transformation s'opère également à la longue à la température ordinaire et d'une manière toute spontanée.

» Cette propriété, jointe au pouvoir réfringent très-considérable du métacinnamène, permettrait peut-être d'utiliser avantageusement le cinnamène, pour en remplir des lentilles ou des prismes creux en cristal.

» *Nitrocinnamates.* L'acide nitrocinnamique, quoique étant un acide très-faible, forme cependant des sels neutres et décompose les carbonates alcalins. Les nitrocinnamates alcalins sont très-solubles, les autres sont peu solubles ou insolubles; ils déflagrent lorsqu'on les chauffe brusquement, surtout ceux de potasse et de soude.

» *Nitrocinnamate de potasse*, $C^{18}H^{6}(NO^{4})KO^{4}$. Très-soluble, cristallise par l'évaporation spontanée en groupes mamelonnés. Par la solution dans une lessive caustique bouillante, il cristallise en cristaux prismatiques. Le sel de soude ressemble au sel potassique.

» Le sel ammonique perd tout son ammoniaque par l'évaporation à siccité : sa solution ne précipite pas celle des sels de chaux, de strontiane et de magnésie lorsqu'elles sont étendues, mais bien lorsqu'elles sont concentrées.

» *Nitrocinnamate barytique*, $C^{18}H^{6}(NO^{4})BaO^{4} + 3aq$. Par le refroidissement d'une solution bouillante il cristallise en cristaux aciculaires jaunâtres et groupés en étoiles.

» *Nitrocinnamate stronsique*, $C^{18}H^{6}(NO^{4})SrO^{4} + 5aq$. Peut être obtenu en petits cristaux jaunâtres groupés en mamelons, assez solubles dans l'eau froide.

» *Nitrocinnamate calcique*, $C^{18}H^{6}(NO^{4})CaO^{4} + 3aq$. Petits grains agglomérés, blancs-jaunâtres, d'apparence cristalline.

» *Nitrocinnamate magnésique*, $C^{18}H^{6}(NO^{4})MgO^{4} + 6aq$. Cristallise en verrues, d'un blanc jaunâtre, assez facilement solubles dans l'eau, surtout à chaud.

» *Nitrocinnamate mercurique*, $C^{18}H^{6}(NO^{4})HgO^{4}$. Préparé par double décomposition de solutions bouillantes de sublimé corrosif et d'un nitrocinnamate alcalin, il se présente sous forme d'un précipité brunâtre, anhydre. Les eaux mères laissent déposer par le refroidissement une masse cristalline, formée de houppes arborescentes, très-légères et très-volumineuses, qui constituent un sel double dont la formule est

$$ClHg + 2C^{18}H^{6}(NO^{4})HgO^{4} + 3aq.$$

» *Nitrocinnamate argentique*, $C^{18}H^{6}(NO^{4})AgO^{4}$. Précipité blanc jaunâtre, insoluble, qui, chauffé avec précaution, se décompose sans projection d'argent.

» *Nitrocinnamate cuivrique*. Précipité bleu-verdâtre, qui, desséché à l'air, devient d'une couleur plus foncée. Mélangé de sable pour modérer la décomposition et soumis à la distillation sèche, il fournit de l'acide benzoïque, du cinnamène nitrique, ayant l'odeur d'essence de cannelle $C^{16}H^{7}(NO^{4})$ et un peu de nitrobenzine.

» *Nitrocinnamate méthylique*, $C^{20}H^{9}NO^{8} = C^{18}H^{6}(NO^{4})(C^{2}H^{3})O^{4}$. Cet éther se prépare en chauffant à une température voisine de l'ébullition de l'acide nitrocinnamique avec de l'esprit additionné d'acide sulfurique en

petite quantité ou saturé de gaz chlorhydrique. Dans les deux cas le mélange s'épaissit d'abord, puis se fluidifie de nouveau. Finalement on obtient une liqueur brune dont l'éther se sépare par le refroidissement en masse cristalline. On l'exprime et on le purifie par des recristallisations dans l'alcool. Le nitrocinnamate méthylique pur cristallise en aiguilles blanches, déliées, assez allongées, peu solubles dans l'alcool et l'éther froids, n'ayant que peu d'odeur et de saveur. Il fond à 161° et bout vers 281° à 286°. Fondu, il constitue un liquide incolore, qui par le refroidissement se prend en masse cristalline. Vers 200° environ il commence à se sublimer en paillettes cristallines et miroitantes.

» Sous l'influence d'une solution alcoolique de sulfhydrate ammoniaque, l'éther se dissout; la solution devient rouge, puis brune, et en chauffant il se dépose une abondante cristallisation de soufre. »

CHIMIE. — *Action exercée par le perchlorure de phosphore sur plusieurs éléments chimiques; par* **M. Ern. Baudrimont**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires, MM. Pelouze, Fremy.)

« De l'ensemble des recherches exposées dans mon Mémoire, on peut déduire les généralités suivantes :

» 1° Les éléments chimiques désignés sous le nom de *métalloïdes* exercent sur le perchlorure de phosphore une action bien plus variée que ne le font les métaux, dont la manière d'agir est beaucoup plus uniforme.

» 2° L'oxygène, en donnant naissance à du chloroxyde de phosphore, offre un cas remarquable de substitution de ce gaz au chlore.

» 3° Le soufre et le sélénium n'agissent pas de la même manière. Le premier donne des combinaisons entre PCl^3 et S^2Cl. Le deuxième produit nettement du protochlorure de phosphore et du protochlorure de sélénium Se^2Cl, libres tous deux. De plus, le sélénium ne fournit pas de chlorosélénure de phosphore PCl^3Se^2. Mais on peut obtenir une combinaison de PCl^5 avec le perchlorure de sélénium $SeCl^2$.

» 4° L'iode réagit sur PCl^5 en donnant du protochlorure d'iode ICl, qui se combine avec l'excès de PCl^5 pour former le composé PCl^5, ICl.

» 5° Les métaux, quand on les fait réagir par simple mélange, à une température de 130° à 140° (point de volatilisation de PCl^5), donnent naissance à du protochlorure de phosphore et à des chlorures métalliques, qui

se combinent, pour la plupart, avec l'excès de PCl^5, pour donner des chlorures doubles, tels sont ceux d'aluminium, de fer, d'étain, de bismuth, de platine, et peut-être de zinc et de cuivre.

» 6° Si le métal est porté au rouge, la réaction est plus avancée, la déchloruration plus profonde, et l'on obtient du phosphore libre. Il peut même arriver que celui-ci se combine avec le métal en excès : c'est ce qui a lieu pour le sodium et pour le zinc, qui donnent des phosphures métalliques. Il faut remarquer que l'hydrogène se comporte comme ces deux métaux.

» 7° Quand le phosphore devient libre, c'est aux dépens du protochlorure de phosphore PCl^3, qui prend naissance dans la première phase de la réaction, et qui est ensuite décomposé, ainsi qu'on le voit pour l'aluminium qui même opère cette réduction lorsqu'on le chauffe simplement mélangé à du PCl^5.

» 8° L'or et le platine sont attaqués par le perchlorure de phosphore. Ce dernier métal l'est surtout avec la plus grande facilité.

» 9° De tous les métaux, l'antimoine est celui qui réagit le plus facilement sur PCl^5.

» 10° Dans toutes ces réactions, on peut considérer l'action du perchlorure de phosphore comme celle qu'exercerait du chlore fortement condensé. Cette action est même singulièrement facilitée par la tendance que présente PCl^5 à s'unir avec la plupart des chlorures auxquels il a donné naissance.

» Tels sont les faits généraux qui paraissent résulter de cette étude. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Trépidations du sol à Nice; extrait d'une Lettre de* **M. Prost** *à* M. Elie de Beaumont.

(Commissaires précédemment nommés : MM. Élie de Beaumont, de Verneuil.)

« Je vous envoie, plus tardivement que je ne l'aurais souhaité, l'extrait de mon journal des trépidations du sol à Nice durant l'année 1861.

» Janvier : 15, 16, 17.

» Février : 5, 7.

» Mars : 8, 9, tremblement de terre à Vintimille, à Milan; 14, 15, 16 (très-intense), tremblement de terre à Rive-de-Gier; 18, 19, 20, 21, 22, 23 (très-intense), tremblement de terre à Mendoza; 28, 29, 30.

» Avril : 5, 6, 7, 20, 21, 22 (tremblement de terre en Castille).

» Mai : 2, 3, 10, 11; tremblement de terre à Pérouse; 16, 17, 18, 25, 26, 28, 29, 30.

» Juin : 1, 2, 3, 4, 5, 6.

» Les trépidations qui ont eu lieu du 18 mars au 23 ont donné lieu à des observations très-intéressantes : d'abord elles ont été très-intenses, et je m'attendais à apprendre qu'il y avait eu de fortes secousses à Brousse ou à Constantinople, ayant remarqué que c'est de là que nous viennent nos plus fortes trépidations; mais on a appris que le terrible tremblement de terre de Mendoza avait eu lieu le 20 au soir. Il s'est passé, en outre, ce jour-là et le jour précédent un fait très-curieux. Les becs de gaz qui éclairent la salle de lecture du cercle auquel j'appartiens sont recouverts par des petites cloches-fumivores en métal suspendues au haut d'un coude que forment les deux montants en fer de la suspension. Ces deux petites cloches, pendant les journées du 19 et du 20, n'ont cessé d'être agitées, et l'une d'elles de battre contre l'un des montants à la grande surprise des assistants, ce qui prouve en passant que, comme il y avait lieu de le penser, les trépidations observées depuis si longtemps s'étendent à tout le sol de la ville de Nice.

» Comme rapprochement curieux, je veux encore citer une Lettre publiée dans un journal anglais dont je vais joindre la traduction. Cette Lettre a été écrite par un horloger français établi à Buénos-Ayres; elle y a été publiée le 22, et la nouvelle de l'affreux événement n'est arrivée à Buénos-Ayres que le 28 ou le 29 mars. En voici un extrait :

« Si vous pensez que le fait suivant, qui a été noté dans mon magasin rue
» Pérou, 69, puisse être utile à la science, vous pouvez le publier. Dans la
» soirée du 20, vers 9 heures, plusieurs personnes étaient chez moi; une
» d'elles, de la même profession que moi, me fit remarquer que le pendule
» d'une horloge dont le mouvement était cependant arrêté, était agité d'un
» petit mouvement irrégulier, ce à quoi je ne fis pas grande attention; mais
» la même personne, regardant mon *régulateur* dont la face est tournée vers
» l'est, me dit que le pendule du régulateur qui oscille du nord au sud et
» qui pèse environ trente livres, oscillait d'une manière très-extraordinaire,
» l'arc décrit par l'oscillation dépassant 8 degrés, tandis que dans les oscil-
» lations habituelles il ne dépassait pas 2 degrés et demi. Notre surprise
» fut grande, et ne sachant pas la cause de ces oscillations soudaines qui
» pouvaient atteindre et briser la case de verre, je m'empressai de les ar-
» rêter.

» Nous tournâmes alors notre attention vers plus de vingt-cinq horloges » dont le mouvement était arrêté et dont cependant les pendules étaient » tous agités d'un mouvement irrégulier et inexplicable.

» Très-surpris de ce phénomène, j'allai observer le baromètre et le ther- » momètre qui n'indiquèrent aucun changement. Je sortis pour examiner » le ciel, qui était clair et serein. Le jour suivant, j'appris que deux régula- » teurs, d'autres magasins sous le même parallèle que moi, c'est-à-dire os- » cillant du nord au sud, avaient éprouvé le même phénomène. »

» Ces trépidations ne sont donc pas limitées à Nice, et pendant mon séjour à Vichy j'ai eu quelques raisons de penser qu'il y en a eu quelques-unes liées à un tremblement de terre des Antilles. Il serait bien curieux et bien important de pouvoir constater où elles se font sentir, et quelle est la nature du sol dans ces lieux. On pourrait en tirer des déductions intéressantes sur ce qui peut se passer à des profondeurs où l'on ne pénétrera jamais. »

OPTIQUE. — *Note sur les déviations du plan de polarisation des couleurs résultantes dans une lame de quartz perpendiculaire à l'axe et traversé par un faisceau de lumière blanche; par* **M. H. Soleil.**

(Commissaires, MM. Biot, Babinet.)

« Tous les ouvrages de physique donnent les déviations qu'éprouve un rayon de lumière homogène de telle ou telle couleur; mais on ne parle pas de la lumière blanche, et cependant c'est une expérience que tout le monde fait, lorsque l'on possède un quartz perpendiculaire, que de regarder la succession des teintes.

» Je savais depuis longues années que M. Biot a donné 24° comme déviation de la teinte violette par millimètre de quartz.

» A différentes époques j'ai cherché, mais sans succès, à mesurer la rotation des autres couleurs, à l'exception du rouge, pour lequel j'ai trouvé 30° par millimètre. Dernièrement ayant repris ce travail, j'ai observé sur un grand nombre de plaques et en répétant plusieurs fois l'expérience; cette fois j'ai pu établir la marche pour les six couleurs suivantes : rouge, orangé, jaune, vert, bleu et violet. Quant à l'indigo, je ne le considère que comme du bleu foncé; et comme il n'a été reconnu que trois couleurs fondamentales, le rouge, le jaune et le bleu, qui ont pour compléments respectifs le vert, le

violet et l'orangé, et comme l'indigo n'y trouve pas sa place, c'est pourquoi je ne me suis pas occupé de lui. Le violet, comme je l'ai dit plus haut, M. Biot l'a décrit comme donnant 24° par millimètre. Il suffit donc, pour trouver sa rotation, de multiplier 24° ou 1440′ par l'épaisseur de la plaque. Pour le jaune il faut opérer de la même manière que pour le violet, en ajoutant 90° au produit.

» Quant au rouge, il en est de même que pour le violet en remplaçant 24° par 30° ou 1800′. Il faut également pour le vert comme pour le jaune ajouter 90° au produit de 30° multipliés par l'épaisseur. Quant aux deux autres couleurs, au lieu de suivre une marche proportionnelle à l'épaisseur, elles suivent une marche progressive qui est croissante pour le bleu dont le premier terme est 15° et la raison 50′ et que l'on peut calculer par la formule suivante :

$$R_b = 900' \times E + E^2 \times 50'.$$

» Pour la teinte orangée, la progression est décroissante; son premier terme est 40° et sa raison 50′; sa formule est

$$R_o = 2400' \times E - E^2 \times 50'.$$

» Les appareils de polarisation étant généralement divisés de 0° à 180°, il faudra à chaque opération retrancher autant de fois 180° qu'ils seront contenus au produit; car une plaque de 6 millimètres donne son rouge à 180° et par là ce rouge se voit à 0°. Comme une plaque de 9 millimètres donne son vert à 360°, lequel vert se voit également à 0°, il faut donc pour le premier retrancher 180°, et pour le second retrancher deux fois 180° ou 360°, ce qui ramène également à 0°. »

M. **Rouget** adresse une Note concernant un appareil de son invention, qu'il désigne sous le nom de *quart de cercle multiplicateur*. « Le but que je me suis proposé d'atteindre, dit M. Rouget, c'est la lecture sur le timbre de l'instrument des multiples successifs de l'angle observé sans nouveau pointage sur les objets qui déterminent l'angle ou le sous-tendent. Je donne dans ma Note la démonstration géométrique du procédé qui s'y trouve décrit plus loin. »

Cette Note est renvoyée à l'examen d'une Commission composée de MM. Despretz, Fizeau.

M. **Duvignau** adresse divers documents destinés à prouver le peu de fondement d'une réclamation de priorité élevée par *M. Faa de Bruno* à l'occasion de ses communications sur un appareil de son invention, le *ceci-règle*.

(Renvoi aux Commissaires déjà nommés : MM. Serres, Andral, Combes.)

CORRESPONDANCE.

M. **le Directeur des Douanes et des Contributions indirectes** adresse pour la Bibliothèque de l'Institut un exemplaire du Tableau des marchandises dénommées au tarif général des douanes de France, indiquant les droits dont elles sont passibles, aux termes des lois et décrets en vigueur.

M. **le Sécretaire perpétuel** présente, au nom de l'auteur M. le professeur *Costa Saya*, un opuscule écrit en italien, des « Recherches critiques concernant la distribution de l'électricité statique sur les conducteurs ».

(Renvoi à l'examen de M. Becquerel, avec invitation d'en faire l'objet d'un Rapport verbal.)

M. **le Secrétaire perpétuel** signale encore parmi les pièces imprimées de la Correspondance un « Rapport sur les comparaisons faites à Paris en 1859 et 1860 de plusieurs kilogrammes en platine et en laiton avec le prototype en platine des Archives impériales, par MM. Regnault, Morin et Brix. » Ce Rapport, qui comprend des études sur les diverses circonstances qui peuvent influer sur l'exactitude des pesées, est publié à Berlin par ordre du gouvernement prussien.

« M. **Milne Edwards** place sous les yeux de l'Académie une série de fort beaux dessins inédits faisant partie d'un travail sur les Poissons fossiles du Monte-Bolca par M. le professeur Molin, de Padoue. Ce gisement est depuis longtemps célèbre et a donné lieu à des recherches très-importantes; dans ces dernières années, M. Agassiz a publié sur les richesses ichthyologiques qui s'y trouvent des observations précieuses; mais on voit par les dessins de M. Molin qu'il reste encore bien des découvertes à y faire. En effet, l'Atlas déposé sur le bureau de l'Académie contient des figures représentant deux nouveaux genres voisins des Raies, deux nouvelles espèces du genre Raie proprement dit, un nouveau genre de la famille des Requins, un nouveau

genre voisin des Anguilles, une nouvelle espèce de Platinx, une nouvelle espèce de Ramphosus, etc. M. Milne Edwards termine cette communication en exprimant le désir de voir ce grand travail mis promptement à la disposition du public par la voie de la presse. »

Remarques de **M. Valenciennes.**

« M. Valenciennes ajoute quelques mots à ceux que vient de prononcer M. Milne Edwards, afin de faire apprécier l'importance des recherches de M. le professeur Molin de Padoue. La faune ichthyologique du Monte-Bolca, célèbre par le nombre des Poissons enfouis dans les strates de ce calcaire, a été l'objet d'une publication faite en 1796 avec luxe, par le comte Gazzola, sous le nom de *Ittiologia Veronese*, dans laquelle l'exactitude des figures représentant les individus de chaque espèce de grandeur naturelle est le seul mérite du livre, les déterminations spécifiques ne répondant pas même alors aux principes zoologiques posés par Artedi, Linné ou Bloch. La collection du comte Gazzola fut comprise dans les nombreux objets de sciences ou d'arts que le vainqueur de Rivoli et de Marengo fit céder à la France, et tous les originaux des figures de l'ouvrage du comte Gazzola existent encore à présent dans les collections du Muséum d'histoire naturelle. Ils furent tous communiqués à M. Agassiz, lorsqu'il s'occupa de la détermination des débris fossiles de ces Vertébrés pour écrire son ouvrage sur les Poissons fossiles.

» La belle collection faite par les soins de M. le professeur Molin de Padoue paraît plus nombreuse en espèces que la collection faite il y a plus de soixante ans. On peut juger de son importance par les beaux dessins que M. le Dr Molin, présent à la séance, dépose sur le bureau de l'Académie. On y voit même, après un premier examen, des espèces nouvelles remarquables par leur taille et leur conservation.

» Les ichthyologistes doivent désirer de voir publier promptement ces beaux dessins, qui ajouteront à nos connaissances zoologiques sur cette classe. Cela me paraît d'autant plus important, que les Poissons du Liban, qui paraissent être dans des étages géologiques analogues et contemporains de ceux du Monte-Bolca, ont été recueillis avec soin, il y a peu d'années, par MM. de Saulcy de l'Académie des Inscriptions, et Delessert. Ces fossiles sont d'espèces distinctes des couches du Monte-Bolca. »

THÉORIE DES NOMBRES. — *Généralisation d'un théorème de* M. Cauchy; *par* M. **Sylvester**, de Woolwich.

« Dans son Mémoire sur les *arrangements*, 1844, M. Cauchy a établi le théoreme suivant :

» Soit n un nombre entier donné

$$\alpha a + \beta b + \gamma c + \ldots + \lambda l = n;$$

en supposant $a, b, c, \ldots, l$ des nombres entiers et inégaux, $\alpha, \beta, \gamma, \ldots, \lambda$ des nombres entiers, et en faisant varier de toutes les manières possibles les valeurs du système $a, b, c, \ldots, l$, on aura

$$\sum \frac{1}{\pi\alpha . \pi\beta \ldots \pi\lambda\, a^{\alpha} b^{\beta} \ldots l^{\lambda}} = 1,$$

où πx signifie le produit $1.2.3 \ldots x$.

» Je vais démontrer qu'on peut exprimer d'une manière très-simple la valeur générale de $\sum \frac{\omega^{\alpha+\beta+\ldots+\lambda}}{\pi\alpha\pi\beta \ldots \pi\lambda\, a^{\alpha} b^{\beta} \ldots l^{\lambda}}$ pour une valeur quelconque d'une constante ω.

» En effet, il est très-facile de voir qu'en posant l'équation en nombres positifs et entiers

$$x_1 + x_2 + x_3 + \ldots + x_r = n,$$

et en attribuant à $x_1, x_2, \ldots, x_r$ toutes les valeurs possibles qui satisfont à cette équation (en regardant comme distinctes les solutions qui diffèrent dans les valeurs des x, quoique contenant le même système de valeurs), on peut représenter la série (nommée fonction de n et ω) sous la forme

$$\sum_{r=\infty}^{r=1} \sum \frac{1}{x_1 x_2 \ldots x_r} \frac{\omega^r}{\pi(r)},$$

c'est-à-dire

$$\sum_{r=\infty}^{r=1} \mathrm{F}(r,n) \frac{\omega^r}{\pi(r)}.$$

Or on voit immédiatement que $\mathrm{F}(r,n)$ n'est autre chose que le coefficient de t^n dans le développement de la fonction génératrice $\left(t + \frac{t^2}{2} + \frac{t^3}{3} + \ldots\right)$,

c'est-à-dire dans le développement de $\log(1-t)^{-r}$. Donc évidemment la série totale sera le coefficient de t^n dans le développement de $e^{\omega \log[(1-t)^{-1}]}$, c'est-à-dire de t^n dans $\left(\frac{1}{1-t}\right)^{\omega}$.

» En prenant $\omega = 1$, on voit que la valeur est toujours l'unité pour toute valeur de n, ce qui est le théorème de Cauchy. En prenant $\omega = -i$, i étant un nombre entier quelconque plus petit que n, on trouve la valeur zéro. Pour le cas de $\omega = -1$, cette remarque avait déjà été faite par M. Cayley, dans le *Philosophical Magazine* (mars 1861). En prenant $\omega = \frac{1}{2}$, on trouve pour la valeur de la série $\frac{1.3.5\ldots 2n-1}{2.4.6\ldots 2n}$, ce qui peut se déduire aussi par la méthode des arrangements, en se servant du théorème que le nombre des *substitutions* de $2n$ lettres qui peuvent être représentées par des égales d'un rang exclusivement pair est $[1.3.5\ldots(2n-1)]^2$, théorème que je crois être nouveau, mais qui est intimement lié au théorème célèbre de M. Cayley sur la valeur des déterminants dits *gauches*.

» Voici une dernière observation que je fais sur le théorème général. On remarquera que l'exposant de $\omega\,(\alpha+\beta+\ldots+\lambda)$ est le nombre des parties dans la partition de n, représentée par α répétitions de a, β de b,..., λ de l: je nommerai donc $\alpha+\beta+\gamma+\ldots+\lambda$ l'*indice* de cette partition, et je dis qu'étant donné le *nombre* de ces indices, disons ν (nombre qu'on peut trouver pour une valeur quelconque de n par le théorème très-bien connu d'Euler sur les partitions indéfinies), on peut faire dépendre les valeurs de ces ν indices de la solution d'un système de 2μ équations algébriques à 2μ inconnues. Car pour une valeur quelconque de ω on connaîtra par le théorème du texte la valeur de $\frac{\omega^{i_1}}{q_1}+\frac{\omega^{i_2}}{q_2}+\ldots+\frac{\omega^{i_\mu}}{q_\mu}$, où $i_1, i_2,\ldots, i_\mu$ seront les indices cherchés, et $q_1, q_2,\ldots, q_\mu$ des quantités inconnues, mais indépendantes de ω. En substituant pour ω successivement $\omega, \omega^2, \omega^3,\ldots, \omega^{2\mu}$ et en écrivant $\omega^{i_r} = I_r$, on aura 2μ équations de la forme

$$\frac{I_1^k}{q_1}+\frac{I_2^k}{q_2}+\ldots+\frac{I_\mu^k}{q_\mu} = C,$$

k prenant toutes les valeurs de 1 jusqu'à 2μ. On peut donc former une équation dont dépendra la valeur de chacune des quantités $I_1, I_2,\ldots, I_\mu$, et conséquemment de leurs logarithmes $i_1, i_2,\ldots, i^\mu$, les μ indices de la partition indéfinie de n. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur un coup de foudre qui a frappé le télégraphe électrique entre Montélimart et Lyon ; extrait d'une Lettre de* M. SACC *à* M. ÉLIE DE BEAUMONT.

« Lyon, 10 septembre 1861.

» Ce matin, j'ai quitté Marseille avec le convoi express de 10 heures ; l'air était lourd et chaud ; il avait tonné et plu pendant la nuit. Bientôt le ciel s'éclaircit, et un soleil radieux nous éclaira. A partir d'Orange, de gros nuages noirs apparurent sur les Alpes, et les sourds grondements du tonnerre annonçaient l'approche d'un violent orage. Une pluie battante nous assaillit un peu avant Montélimart, dont les collines se couvrirent de nuages noirs d'où jaillissaient des éclairs jaunes tellement continus, que les détonations qui les suivaient aussitôt auraient pu faire croire à une canonnade d'artillerie légère ; deux fois je vis la foudre tomber verticalement en terre à moins de cent pas du convoi qui ralentit sa marche au delà de la ville. Nous nous trouvions au sein du nuage électrique et, comprenant l'imminence du danger, je ne perdais pas de vue les sept fils du télégraphe électrique ; tout à coup, et vers $3^h\ 30^m$ de l'après-midi, notre wagon est ébranlé par une violente secousse, je reçois à la joue droite comme un fort coup de vent, un sifflement aigu fait lever tous les voyageurs en sursaut, et j'aperçois, en même temps que j'entends une détonation sèche comme un coup de pistolet, un globe de feu rouge, gros comme le poing, qui, glissant sur le fil supérieur, descend sur les six autres, qu'il entraîne à terre. Le poteau placé plus loin avait été frappé au tiers supérieur de sa hauteur ; il était brisé en éclats, comme si une explosion avait eu lieu à cet endroit dans son intérieur, et la partie brisée pendait sur celle qui est restée debout, retenant les sept fils du côté de Lyon *intacts* en apparence. Chose étrange, *il m'a semblé* que les sept supports en porcelaine des fils adhéraient encore à la partie brisée ; est-ce possible ? Tâchez, je vous en prie, d'obtenir de l'Administration des Télégraphes ce poteau frappé par la foudre ; il pourrait fournir d'intéressantes observations sur son mode d'action. Ce fait prouve une fois de plus quelle tendance a la foudre à suivre les fils télégraphiques, et, par conséquent, combien il est dangereux de les approcher, non-seulement des poudrières, mais bien aussi de tous les édifices privés et publics ; il me semble donc urgent de les éloigner des gares des chemins de fer, dans les magasins desquels ils peuvent allumer d'épouvantables incendies.

» Je suis bien impatient d'apprendre si le télégraphiste de Montélimart n'a pas été atteint par la foudre qui suivait les fils du côté de la ville ; j'espère

encore qu'il aura échappé au danger, parce que les fils sont tombés à terre; Dieu veuille que je ne me trompe pas dans mes prévisions. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Comparaison de la marche de la température dans l'air et dans le sol à 2 mètres de profondeur; par* **M. A. Pouriau.** (Deuxième Note.)

« Résumé des observations faites à l'École impériale d'Agriculture de la Saulsaie pendant cinq années consécutives, de 1856 à 1860 :

Comparaison des températures moyennes annuelles.

	A l'air (9 h. du matin).	Dans le sol (2 mètres).	Différences.
1856.	9°,74	12°,42	2°,68
1857.	10,57	12,64	2,07
1858.	10,09	12,77	2,68
1859.	11,37	13,83	2,46
1860.	9,30	12,29	2,99
Moyennes...	10,21	12,79	2,58

Comparaison des températures moyennes suivant les saisons.

	Air.	Sol.	Différences.
Hiver............	1°,40	8°,76	+ 7°,36
Printemps.........	9,72	9,67	+ 0,05
Été.............	19,55	17,28	— 2,27
Automne	10,35	16,29	+ 5,94

Comparaison des températures extrêmes.

MAXIMA

	Dans l'air.	Dans le sol.	Différences.
1856.	34°,8 (13 août)	19°,30 (26 août)	15°,50
1857.	35,3 (20 août)	?	?
1858.	34,7 (16 juin)	18,64 (24 août)	16,06
1859.	35,9 (8 août)	22,05 (25 août)	13,85
1860.	31,9 (16 juillet)	19,00 (Fin août)	12,90
Moyennes...	34,5	19,75	14,58

MINIMA

	Dans l'air.	Dans le sol.	Différences.
1856.	—11°,3 (14 et 20 déc.)	?	?
1857.	—11,1 (3 décembre)	5°,47 (3 mars)	16°,57
1858.	—10,1 (29 janvier)	6,19 (6 février)	16,29
1859.	— 8,2 (11 janvier)	6,60 (5 février)	14,80
1860.	—20,0 (20 décembre)	5,79 (1 mars)	25,79
Moyennes...	—12,14	6,01	18,36

	Dans l'air.	Dans le sol.	Différences.
Moyennes des maxima extrêmes...	34°,50	19°,75	»
Moyennes des minima extrêmes ..	—12,14	6,01	»
Différences totales....	46,64	13,74	32°,90

» *Conséquences.* — De ces observations faites pendant cinq années consécutives sur la température du sol à 2 mètres de profondeur et comparées à celles de l'air, il résulte :

» 1° Que la température moyenne dans l'air ayant été de 10°, 21, celle dans le sol a atteint 12°, 79. Différence en faveur du sol, 2°,68.

» 2° Que la température moyenne du sol est plus élevée que celle de l'air en hiver et en automne; qu'elle est moins élevée en été de 2° environ, et qu'au printemps les températures moyennes du sol et de l'air sont sensiblement égales.

» 3° Que dans l'air la moyenne des maxima extrêmes ayant été de 34°,5, celle dans le sol a atteint 19°, 75; différence pour l'air, 14°,58. D'autre part, la moyenne des minima extrêmes dans l'air ayant été de — 12°,14, dans le sol cette moyenne n'est point descendue au-dessous de + 6°.

» 4° Que, tandis que dans l'air la moyenne des différences totales entre les maxima et les minima extrêmes s'est élevée à 46°, 64, dans le sol cette moyenne n'a été que de 13°,74, ce qui correspond à un écart de 32°, 90 en plus pour l'air.

» 5° Que la température de l'air s'étant abaissée jusqu'à — 20°, comme en 1860, dans le sol le minimum n'a pas dépassé + 5°, 47.

» 6° Que, tandis que dans l'air le maximum de température se produit ordinairement en juillet ou en août, le minimum en décembre ou janvier, dans le sol le maximum correspond toujours à la fin d'août; quant au minimum, c'est en février ou dans les premiers jours de mars qu'il a lieu.

» 7° Que la marche de la température dans le sol à 2 mètres de profondeur peut se résumer ainsi :

» Tandis que la température *moyenne* de l'air commence ordinairement à s'abaisser vers la fin de juillet, dans le sol au contraire la chaleur continue à s'accumuler dans les couches supérieures sous l'influence de la radiation solaire très-intense, et à se propager dans les couches inférieures jusqu'à la fin d'août. A partir de cette époque, les couches supérieures commençant à perdre par voie de rayonnement plus de calorique qu'elles n'en reçoivent, le flux de chaleur change alors de direction, le calorique se transmet de bas en haut pour aller se perdre dans l'air, et ce mouvement ascensionnel, continu jusqu'en février, est d'autant plus rapide que la température extérieure est plus basse, c'est-à-dire que l'hiver est plus long et plus rigoureux.

» Enfin, vers le milieu de février ou le commencement de mars les couches supérieures recommencent à s'échauffer sous l'influence des rayons solaires dont la direction est devenue moins oblique, les couches souterraines inférieures cèdent de moins en moins de calorique aux couches supérieures, elles finissent au contraire par en recevoir et entrent alors dans la période de réchauffement qui se prolonge jusqu'à la fin d'août.

» Dans une prochaine communication, nous aurons l'honneur de présenter à l'Académie les résultats de nouvelles observations faites sur la température du sol, à des profondeurs de 40 centimètres, 25 centimètres, 15 centimètres, qui sont celles atteintes par le plus grand nombre des végétaux. »

GÉOLOGIE. — *Des gouttes d'eau fossiles des grés bigarrés de Plombières-les-Bains (département des Vosges)*; par **M. Marcel de Serres.**

« La plupart des géologues ont rapporté à des gouttes de pluie des empreintes en relief ou en creux que l'on observe sur des roches de diverses natures et de localités différentes. Ils ont été d'autant plus portés à regarder ces globules comme produits par une pareille cause, que de semblables corps arrondis se sont présentés à eux après des pluies violentes sur les cendres très-fines du Vésuve, ou sur les sables mobiles des bords des mers (1).

» Quant aux gouttes d'eau qui sont le sujet de cette Note et qui sont gé-

(1) Les empreintes produites sur les sables par les pluies durent parfois plusieurs jours lorsque les sables ne les dérangent pas et n'en troublent pas l'harmonie.

néralement plus grandes que celles qui ont été décrites, elles proviennent des grès bigarrés des environs de Plombières-les-Bains, dans le département des Vosges. Ces gouttes de pluie y ont été découvertes par MM. de Bretonnière, de Dijon, qui ont eu l'obligeance de nous en adresser des échantillons et de nous fournir des renseignements sur les circonstances de leur gisement. La grosseur de ces gouttes, ainsi que la profondeur de leurs globules ou leur saillie, semble indiquer qu'elles sont tombées sur les grès bigarrés, où on les observe lorsque ces grès étaient encore dans un certain état de mollesse particulier et presque à l'état de sable. On le suppose avec d'autant plus de raison, que des pluies violentes produisent, dans certaines circonstances, des globules semblables à ceux des environs de Plombières, lorsqu'elles tombent sur les sables mobiles des bords de la Méditerranée. Elles opèrent sur les molécules sablonneuses un écartement sensible, qui rend leur dépression plus considérable, et sur certaines pointes leur saillie plus grande, en faisant refluer partiellement les molécules de sable.

» L'échantillon que nous avons fait figurer, et sur lequel on aperçoit des globules arrondis et creux et d'autres en partie saillants, offrait en outre des traces plus rares de pas que l'on a rapportés à de grands Batraciens. On a également rencontré dans les mêmes grès bigarrés des déjections ou des fèces de reptiles ou de tout autre quadrupède d'assez grandes dimensions. Ces fèces sont elles-mêmes transformées en grès, tout à fait analogues à la roche dans laquelle elles sont disséminées. Malheureusement on n'a pas pu parvenir à en trouver la contre-épreuve.

» Les traces de gouttes d'eau existent dans une assez grande étendue, et dans une carrière de grès bigarré en exploitation dans le voisinage de la route de Plombières, au val d'Ajol. Elles se renouvellent à bien des reprises différentes dans un grand nombre de couches. La plus élevée de ces couches est recouverte par de nombreux bancs de grès, dont l'épaisseur est d'environ une vingtaine de mètres.

» Ces empreintes sont en assez grand nombre dans la localité où MM. de Bretonnière les ont observées, et l'échantillon qui en a été figuré n'en est pas plus chargé que tout autre pris au hasard. Quant à leurs dimensions, elles sont assez variables, et diffèrent des plus grandes aux plus petites, comme 1 est à 3 centimètres environ. Enfin, ce qui est digne de remarque, ces empreintes arrondies, qu'elles soient grandes ou petites, ont toujours les mêmes figures et la même apparence. Il n'en est pas cependant de même de leur profondeur, qui elle-même est encore assez variable, quoique ces globules soient assez généralement circonscrits par un rebord ou un bourrelet sail-

lant. Ces traces circulaires, quelque grande que soit la distance horizontale qui sépare les diverses localités où on les observe, ont été considérées partout comme des effets de pluie des temps géologiques, dont la violence devait être d'autant plus grande, que la quantité d'eau était pour lors plus considérable. On est étonné qu'une cause aussi extraordinaire que celle-ci le paraît au premier aperçu, soit venue dans l'esprit de tous ceux qui se sont occupés de ce phénomène et en ont vu les effets.

» On pourrait bien supposer que ces empreintes ont été produites par des corps organisés, de l'ordre des Zoophytes; mais il faudrait pouvoir les rapporter à un genre ou tout au moins à une famille quelconque et déterminée. C'est précisément ce que l'on ne peut pas faire quant aux globules arrondis, bordés par un bourrelet saillant, circonstance qui en détermine la forme d'une manière précise.

» On observe du reste avec les gouttes d'eau des apparences de corps saillants et flexueux que l'on a assimilés à des vers, en raison de leur figure et parce que les mêmes apparences se représentent souvent lors des pluies actuelles, tout comme elles se sont produites pendant les averses de l'ancien monde.

» Du reste, les globules rapportés à des gouttes d'eau, qu'ils soient saillants ou creux, ne paraissent pas dus à des gouttes d'eau de volumes très-différents : ce que l'on pourrait pourtant supposer d'après la diversité de leur grosseur et de leurs formes. Leurs irrégularités dépendent plutôt, à ce qu'il semble, de l'état solide ou pulvérulent du sol sur lequel les pluies sont tombées, et, en un mot, de la nature physique de ce même sol.

» On a bien objecté que si des gouttes d'eau avaient produit ces empreintes, les nouvelles qui seraient survenues auraient probablement détruit les premières; mais les faits que nous avons cités et ceux que nous fourniraient au besoin les sables marins, prouvent qu'il est loin d'en être toujours ainsi. L'échantillon que nous avons fait figurer le prouve également; il montre en effet qu'une goutte nouvelle étant survenue sur une ancienne, il en est résulté deux empreintes aussi distinctes l'une que l'autre; en effet, toutes deux sont entourées d'un bourrelet saillant. Les mêmes marques de gouttes d'eau, que M. Buckland a observées dans les grès bigarrés de l'Angleterre, se sont présentées à lui dans plusieurs circonstances différentes. Les unes lui ont paru avoir été formées sous l'influence de pluies calmes et tranquilles. Les autres, larges et profondes, semblent avoir été opérées par des pluies d'orage formées assez généralement par de grosses gouttes, caractère que présentent les averses de ce genre. Enfin lorsque les marques

arrondies des pluies fossiles ont une direction ou un sens oblique, cette circonstance indique probablement que l'eau qui les a occasionnées n'a pas dû tomber d'une manière perpendiculaire, mais qu'elle a été précipitée obliquement par suite de la force et de la violence du vent. Comme ces diverses conditions se présentent souvent dans la nature et particulièrement dans diverses localités de l'Angleterre, elles peuvent être considérées comme une preuve de la réalité de la cause à laquelle on a attribué ce singulier phénomène. Ainsi signalées par l'ensemble des caractères que nous venons d'énumérer, ces marques de gouttes d'eau ont été reconnues comme telles par la plupart des observateurs, parmi lesquels nous citerons MM. Buckland, Wart, Élie de Beaumont, Lyell, Jules et Charles de Bretonnière.

» Les marques des gouttes d'eau, dont nous venons de donner une idée, se trouvent dans les deux hémisphères, elles le caractérisent les uns aussi bien que les autres. Il est maintenant intéressant de s'assurer s'il pleut beaucoup dans les localités où elles ont été observées, ou du moins si les pluies n'y sont pas plus fréquentes et plus abondantes dans les parties qu'elles occupent, que dans la plupart des points environnants des mêmes régions. Quoi qu'il en soit, ces empreintes ont été signalées dans l'hémisphère austral, particulièrement dans la vallée de Connecticut de l'Amérique du Nord, elles ne se sont pas bornées à un seul lieu de cette partie de l'Amérique, mais on les observe dans plusieurs autres localités.

» C'est dans différentes parties de l'Angleterre qu'on a trouvé pour la première fois des marques de pluie de l'ancien monde. Les premières ont été observées à Shrewbury par M. Wart; plus tard le même géologue en a rencontré à Grimshill, dans le comté de Shrop, toujours en Angleterre.

» Enfin tout récemment MM. de Bretonnière ont recueilli, ainsi que nous l'avons déjà dit, de nouvelles preuves de l'effet des eaux des temps géologiques sur les roches des environs de Plombières. Ces marques ont été observées pour la première fois en France sur diverses variétés des grès bigarrés, caractérisées par des nuances diverses. Les mêmes naturalistes que nous avons déjà cités, MM. de Bretonnière, de Dijon, ont vu le lendemain d'un jour de pluie, dans l'exploitation des argiles de Meudon, le dépôt des argiles de cette localité qui avaient été délayées en partie par les eaux des empreintes des gouttes de la pluie qui était tombée la veille. Ces empreintes offraient tous les caractères des traces imprimées sur les grès des environs de Plombières (Vosges).

» Ce phénomène s'est du reste produit à des époques géologiques très-

diverses. En effet les empreintes que M. Lyell a signalées dans la vallée de Connecticut ont été rencontrées dans des schistes verts appartenant à l'époque carbonifère. Celles observées en Angleterre et en France l'ont été, ainsi que nous l'avons fait observer, dans les grès bigarrés. Ces grès appartiennent, ainsi qu'on le sait, à l'époque secondaire inférieure ou aux formations triasiques. »

CHIMIE. — *Mémoire sur une nouvelle classe de sels de fer et sur la nature hexatomique du ferricum; par* M. SCHEURER-KESTNER.

« Les sels qui font l'objet de ces recherches ont été obtenus, soit en faisant agir un ou plusieurs acides monoatomiques ou hydracides sur l'hydrate ferrique, et faisant intervenir le temps et la chaleur; soit en oxydant un sel ferreux additionné d'acides différents du sien, par l'acide azotique. La seconde méthode n'a pu être appliquée que dans certains cas, lorsqu'il s'agissait d'obtenir un sel ferrique diacide, contenant pour un atome de fer au moins autant de molécules de l'acide constituant le sel ferreux qu'il s'en trouvait dans ce dernier sel, mais ce mode de préparation est le plus prompt. Il fournit tout de suite des dissolutions concentrées qui cristallisent par le simple refroidissement des liqueurs. Les sels ferreux ne fournissent pas tous des composés analogues; ceux qui produisent un précipité lorsqu'on les oxyde par l'acide azotique, fournissent seuls des sels diacides; les autres se transforment dans ce cas en sels basiques solubles que les acides monoatomiques, même faibles, transforment en sels neutres. Enfin un troisième moyen de préparation consiste à faire agir les acides sur des sels basiques de fer.

» L'action des différents acides sur l'hydrate ferrique est généralement lente ; il faut plusieurs jours pour que les corps mis en présence entrent en combinaison ; une température de + 40° centigrades favorise cette combinaison ; mais cette température ne doit pas être dépassée, parce que les dissolutions obtenues ainsi se décomposent rapidement lorsqu'elles sont exposées à l'action de la chaleur. On obtient ainsi des liqueurs brunes qui, évaporées dans le vide, sont susceptibles de cristalliser; les cristaux obtenus sont composés de prismes rhomboïdaux (droits ou obliques) fort solubles dans l'eau, et en toutes proportions dans l'alcool. Par leur ébullition avec l'eau, ils se décomposent en hydrate ferrique pur qui se dépose et en acides libres qui se dégagent. Leur mode de décomposition est donc différent de

celui des azotates ferriques, qui, dans les mêmes circonstances, produisent des sels plus basiques.

» M. Wurtz, comparant les composés ferriques aux dérivés allyliques, avait regardé le ferricum ($\dddot{Fe} = 56$) comme triatomique (1); mais il modifia sa manière de voir, lorsque les belles recherches de MM. Sainte-Claire Deville et Troost eurent établi la véritable condensation du chlorure ferrique (2) et considéra le ferricum ($Fe^{VI} = 112$) comme hexatomique. Les présentes recherches confirment cette manière de voir.

» I. *Tétracétodiazotate ferrique.* — Ce sel se présente sous forme de fines aiguilles d'un rouge de sang (prismes rhomboïdaux obliques) qui atteignent souvent un centimètre de longueur. Il se forme lorsqu'on fait agir sur l'hydrate ferrique un mélange en proportions convenables d'acides acétique et azotique, ou bien en oxydant de l'acétate ferreux par l'acide azotique.

» Sa composition est exprimée par la formule (3)

$$\left.\begin{matrix} Fe^{VI} \\ (C^2H^3O)'^4 \\ (AzO^2)'^2 \end{matrix}\right\} O^6 + 6H^2O.$$

Ce sel se forme de la manière suivante :

$$\underbrace{12\,fe\,(C^2H^3O)'O}_{\text{Acétate ferreux.}} + \underbrace{8\,AzHO^3}_{\text{Acide azotique.}} = 3\underbrace{[Fe^{VI}(C^2H^3O)'^4(AzO^2)'^2]}_{\text{Tétracétodiazotate ferrique.}} + Az^2O^2.$$

» II. *Diacétotétrazotate ferrique.* — Petits prismes rhomboïdaux obliques, plus foncés que les précédents, noirs par réflexion, souvent accolés en croix. Ce sel s'obtient soit en traitant le tétrazotate ferrique (azotate ferrique sesquibasique) par l'acide acétique, soit par un mélange fait en proportions convenables d'hydrate ferrique et des acides constitutifs. Il est représenté par la formule

$$\left.\begin{matrix} F^{VI} \\ (C^2H^3O)'^2 \\ (AzO^2)'^4 \end{matrix}\right\} O^6 + 8H^2O,$$

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique* [3], t. LI, p. 94.

(2) *Répertoire de Chimie pure*, 1860, p. 451.

(3) $Fe^{VI} = 112$, $Fe = 28$, $C = 12$, $O = 16$, $Az = 14$, $H = 1$.

et se forme d'après l'équation suivante :

$$\underbrace{\mathrm{Fe^{vi}(Az\Theta^2)^4H^2\Theta^6}}_{\text{Tétrazotate ferrique.}} + \underbrace{2[(\mathrm{C^2H^3\Theta})'\mathrm{H\Theta}]}_{\text{Acide acétique.}} = \underbrace{\mathrm{Fe^{vi}(C^2H^3\Theta)'^2(Az\Theta^2)'^4\Theta^6 + 2H^2\Theta}}_{\text{Nouveau sel.}}$$

» III. *Tétracétoazotate ferrique.* — On obtient ce corps, soit en faisant réagir des proportions convenables d'acide azotique et d'acide acétique sur l'hydrate ferrique, soit par la combinaison de 1 molécule d'acétate ferrique avec 1 molécule de diazotate ferrique. Il forme des prismes rhomboïdaux durs et brillants, qui ont la composition suivante :

$$\left.\begin{matrix}\mathrm{Fe^{vi}} \\ (\mathrm{C^2H^3\Theta})'^4 \\ (\mathrm{Az\Theta^2})' \\ \mathrm{H}\end{matrix}\right\} \Theta^6 + 4\mathrm{H^2\Theta},$$

et se forment en vertu de l'équation

$$\underbrace{\mathrm{Fe^{vi}(C^2H^3\Theta)'^6\Theta^6}}_{\text{Acétate ferrique.}} + \underbrace{\mathrm{Fe^{vi}(Az\Theta^2)'^2H^4\Theta^6}}_{\text{Diazotate ferrique.}} + 2\,\mathrm{C^2H^4\Theta^2}$$

$$= \underbrace{2\mathrm{Fe^{vi}(C^2H^3\Theta)'^4(Az\Theta^2)'H\Theta^6}}_{\text{Tétracétoazotate ferrique.}} + 2\mathrm{H^2\Theta}.$$

» IV. *Triacétoazotate ferrique.* — Petites tables prismatiques (prismes rhomboïdaux obliques) ayant la couleur du prussiate rouge. Ce sel, moins déliquescent que les précédents, se forme au moyen de l'hydrate ferrique et des acides acétique et azotique employés en proportions convenables :

$$\underbrace{\mathrm{Fe^{vi}H^6\Theta^6}}_{\text{Hydrate ferrique.}} + \underbrace{3[(\mathrm{C^2H^3\Theta})'\mathrm{H\Theta}]}_{\text{Acide acétique.}} + \underbrace{\mathrm{AzH\Theta^3}}_{\text{Acide azotique.}}$$

$$= \underbrace{\mathrm{Fe^{vi}(C^2H^3\Theta)'^3(Az\Theta^2)'H^2\Theta^6}}_{\text{Triacétoazotate ferrique.}} + 4\mathrm{H^2\Theta}.$$

Il renferme :

$$\left.\begin{matrix}\mathrm{Fe^{vi}} \\ (\mathrm{C^2H^3\Theta})'^3 \\ (\mathrm{Az\Theta^2})'\mathrm{H^2}\end{matrix}\right\} \Theta^6 + 2\mathrm{H^2\Theta}.$$

» V. *Dichlorure de triacétate ferrique.* — Le chlorure ferreux, additionné d'acide acétique et oxydé par l'acide azotique, fournit des cristaux volumineux, noirs par réflexion et rouges par transparence, qui ont pour compo-

sition

$$\left.\begin{matrix}Fe^{vi}\\(C^2H^3O)'^3\\H^3\end{matrix}\right\}O^6 + 2H^2O.$$

Ce sel se forme de la manière suivante :

$$\underbrace{24\begin{bmatrix}fe\\Cl\end{bmatrix}}_{\text{Chlorure ferreux.}} + \underbrace{4\left[\left.\begin{matrix}(AzO^2)'\\H\end{matrix}\right\}O\right]}_{\text{Acide azotique.}} + \underbrace{9\left[\left.\begin{matrix}(C^2H^3O)'\\H\end{matrix}\right\}O\right]}_{\text{Acide acétique.}} = \underbrace{3\left[\left.\begin{matrix}Fe^{vi}\\(C^2H^3O)'^3\\H^3\end{matrix}\right\}O^5Cl^2\right]}_{\text{Dichlorure de triacétate ferrique.}}$$

$$+ \underbrace{3\begin{bmatrix}Fe^{vi}\\Cl^6\end{bmatrix}}_{\text{Chlorure ferrique.}} + 2Az^2O^2 + 2H^2O.$$

» VI. Ce dichlorure, traité par l'oxyde d'argent, échange ses 2 atomes de chlore contre 1 atome d'oxygène, et on obtient une liqueur sirupeuse contenant du triacétate ferrique :

$$\underbrace{Fe^{vi}(C^2H^3O)'^3H^3O^5Cl^2}_{\text{Dichlorure de triacétate ferrique.}} + Ag^2O = \underbrace{Fe^{vi}(C^2H^3O)'^3H^3O^6}_{\text{Triacétate ferrique.}} + 2AgCl.$$

» Ces composés complètent la série des sels du ferricum représentés par les formules générales suivantes, de M. Lavroff (1) :

(1) $Mt^4 Ac H^5 O^6$	$Fe^{vi}(AzO^2)'$	H^5O^6	Azotate ferrique basique.
(2) $Mt^4 2Ac H^4 O^6$	$Fe^{vi}(C^2H^3O)'^2$	H^4O^6	Diacétate ferrique.
(3) $Mt^4 3Ac H^3 O^6$	$Fe^{vi}(C^2H^3O)'^3$	H^3O^6	Triacétate ferrique.
(4) $Mt^4\ Ac H^5 O^6$	$Fe^{vi}(C^2H^3O)'^3(AzO^2)'$	H^2O^6	Triacétoazotate ferrique.
(5) $Mt^4 5Ac H^2 O^6$	$Fe^{vi}(C^2H^3O)'^4(AzO^2)'$	HO^6	Tétracétoazotate ferrique.
(6) $Mt^4 hAc\ O^6$	$Fe^{vi}(AzO^2)'^6O^6$		Azotate ferrique neutre.

» Le composé chloré se rattache à la formule générale

$$Mt^4 Ac^3 H^3 O^5 R^2$$

dérivée du terme (3) dans lequel 1 atome d'oxygène est remplacé par 2 atomes de chlore.

(1) *Répertoire de Chimie pure*, 1860, p. 442.

Constitution des sels ferriques basiques.

» Le poids atomique du ferricum étant Fe = 112, la composition des sels basiques de ce métal ne peut pas s'exprimer par

$$Fe^2O^3 AzO^5 + Fe^2O^3 HO - Fe^2O^3 AzO^5 + 2Fe^2O^3 HO;$$
$$Fe^2O^3 AzO^5 + 3Fe^2O^3 HO, \ldots.$$

» M. Wurtz a démontré au moyen des composés polyéthyléniques que les radicaux polyatomiques ont la propriété de s'accumuler dans une seule et même combinaison.

» En comparant les composés ferriques aux composés éthyléniques de MM. Wurtz et Lourenço, on voit qu'ils peuvent être exprimés de la manière suivante :

$$Fe^2O^3 AzO^5 + Fe^2O^3 HO = \underbrace{\left\{ \begin{matrix} 3Fe^{vi} \\ (Az\Theta^2)'^3 \\ H^3 \end{matrix} \right\} \Theta^{12}}_{\text{Triazotate triferrique}},$$

$$Fe^2O^3 . AzO^5 + 2Fe^2O^3 HO = \underbrace{\left\{ \begin{matrix} 6Fe^{vi} \\ (Az\Theta^2)'^4 \\ H^8 \end{matrix} \right\} \Theta^{24}}_{\text{Tétrazotate hexaferrique}}.$$

$$Fe^2O^3 AzO^5 + 3Fe^2O^3 HO = \underbrace{\left\{ \begin{matrix} 4Fe^{vi} \\ (Az\Theta^2)'^2 \\ H^6 \end{matrix} \right\} \Theta^{16}}_{\text{Diazotate tétraferrique}},$$

$$Fe^2O^3 SO^3 + Fe^2O^3 HO (\text{Soubeiran}). \underbrace{\left\{ \begin{matrix} 6Fe^{vi} \\ S(\Theta^2)''^2 \\ H^8 \end{matrix} \right\} \Theta^{24}}_{\text{Disulfate hexaferrique}},$$

$$Fe^2O^3 SO^3 + Fe^2O^3 HO (\text{Berzélius}). \underbrace{\left\{ \begin{matrix} 3Fe^{vi} \\ (S\Theta^2)'' \\ H^4 \end{matrix} \right\} \Theta^{12}}_{\text{Sulfate triferrique}}.$$

» Dans son Mémoire sur les oxydes métalliques représentés par les for-

mules générales

$$Mt^4H^6\Theta^6 \quad \text{et} \quad Mt^2H^4\Theta^4,$$

M. Lavroff avait écrit certains sels ferriques basiques

$$Fe^4 Ac H^5\Theta^6,$$

mais dans plusieurs analyses d'azotates et de sulfates basiques la quantité d'eau trouvée ne satisfait pas à la formule ci-dessus, tandis qu'elle correspond aux formules générales suivantes :

$$3Mt^4\,3AcH^3\Theta^{12},$$
$$4Mt^4\,2AcH^6\Theta^{16},$$
$$6Mt^4\,4AcH^8\Theta^{24}. »$$

CHIMIE. — *Sur l'acide sulfurique monochloré; par* **M. A. Rosenstiehl.**

« Ayant vainement cherché à préparer l'acide chloromanganique par le procédé indiqué par Wœhler pour la préparation de l'acide chlorochromique, je fus amené à essayer l'action de l'acide sulfurique anhydre sur le sel marin. Ce sont là en effet les agents chlorurants employés par Wœhler. J'espérais obtenir $SO^2 Cl$ de Regnault, et pensais que c'était le corps qui, en réagissant sur un chromate, fournissait $Cr O^2 Cl$. Cependant j'avais compté sans la bibasicité de l'acide sulfurique.

» Voici comment je finis par conduire l'expérience : L'acide sulfurique anhydre était produit par l'ébullition de l'acide de Nordhausen; il se condensait dans une cornue servant de récipient, entourée de glace et dont la tubulure pouvait être fermée par un bouchon en verre. Quand la cornue était suffisamment pleine, j'y projetais du chlorure de sodium récemment fondu, réduit en poudre, et je l'exposais à une douce chaleur pour fondre l'acide anhydre. Si avec ce dernier il avait passé un peu d'acide hydraté, il s'accomplissait déjà à froid une réaction qui développait assez de chaleur pour fondre l'acide anhydre mieux que ne l'aurait fait une chaleur artificielle. Cette première réaction calmée, je distillais en poussant le feu jusqu'à complète fusion du résidu. Le liquide distillé était abondant. Pour le débarrasser des dernières traces d'acide sulfurique anhydre, une rectification sur du sel marin fondu suffisait. Ainsi purifié, il fut soumis à l'analyse, pesé dans une ampoule et décomposé par l'eau dans une haute éprouvette, pour éviter la projection de l'ampoule hors de l'eau.

» L'acide sulfurique et le chlore furent dosés par la méthode ordi-

naire :

	Trouvé	Calculé pour la formule S^2O^5Cl.
Soufre.	29,80	29,77
Chlore.	33,27	32,92

» La densité de vapeur vint confirmer cette formule.

Trouvé	Calculé pour 4 volumes.
3,76	3,712

» L'équation suivante rend facilement compte de la réaction :

$$NaCl + 2S^2O^6 = NaO, S^2O^6 + S^2O^5Cl.$$

» Il restait à prouver que le résidu de la cornue était réellement du bisulfate de soude. A cet effet le résidu fut purifié par cristallisation pour en séparer la petité quantité de sel marin non décomposé, puis fondu : 0,545 de matière donnèrent :

		Calculé.
Acide sulfurique.	0,3914	0,392

» L'équation précédente vient donner raison aux chimistes qui admettent pour l'acide sulfurique la formule S^2O^6. — S^2O^5Cl serait alors le premier terme d'une série de chlorures dont on ne connaît aujourd'hui que les deux jalons :

Acide sulfurique monochloré.	S^2O^5Cl,
» bichloré.	$S^2O^4Cl^2$ (Regnault).

» L'acide sulfurique monochloré est un liquide huileux, incolore, d'une densité 1,762, bouillant entre 145 et 150°, fumant un peu moins à l'air que l'acide sulfurique anhydre; son odeur spéciale rappelle celle des chlorures volatils. L'eau le décompose avec bruit : il charbonne avec énergie les matières organiques.

» Versé sur un cristal de chromate ou de bichromate de potasse, il se forme immédiatement du chlorure de chromyle :

$$KO, CrO^3 + S^2O^5Cl = KO, S^2O^6 + CrO^2Cl.$$

Sur un manganate, je n'ai observé qu'un dégagement de chlore. Il réagit à froid sur l'acétate de soude anhydre et forme sans charbonner la matière du chlorure d'acétyle. Ces faits prouvent qu'il est un bon chlorurant; et comme sa préparation est facile, il pourrait remplacer quelquefois le chlo-

rure de phosphore, sur lequel il a l'avantage de ne pas répandre de vapeurs malfaisantes. L'acide sulfurique monochloré n'est pas un corps nouveau. H. Rose, en faisant réagir l'acide sulfurique anhydre sur le chlorure de soufre, obtint, après un dégagement abondant d'acide sulfureux, une petite quantité d'un corps huileux bouillant à 145°, d'une densité 1,81 et dont l'analyse le conduit à la formule $5SO^3, SCl^3$ (qui est le triple de la formule que j'admets). H. Rose connaissait la formule S^2O^5Cl, et comme elle était sans analogue, il la rejeta. Son but était de préparer SCl^3, et il considérait S^2O^5Cl comme une combinaison renfermant SCl^3, uni à 5 molécules d'acide sulfurique anhydre. Aujourd'hui la substitution du chlore à l'oxygène est un fait fréquent, et l'ingénieuse théorie de H. Rose, fort intéressante alors, doit être abandonnée. »

M. **Poiseuille**, à l'occasion des cas de maladie qui ont été observés à Saint-Nazaire par suite de la présence d'un vaisseau venant de la Havane, rappelle une communication qu'il a faite précédemment sur un mode particulier de ventilation pour les navires. Ce Mémoire avait été renvoyé à l'examen d'une Commission qui depuis a perdu l'un de ses Membres, M. Magendie; l'auteur pense qu'en présence des nouveaux faits qui viennent de se produire, il serait à désirer que ce procédé hygiénique reçût, s'il était jugé bon, la sanction de l'Académie; en conséquence, il la prie de vouloir bien compléter la Commission d'examen.

MM. Bernard et Duperrey sont adjoints aux deux Membres déjà nommés de la Commission, MM. Regnault et Despretz.

M. **Perrey**, dans une Lettre qui accompagnait un Mémoire imprimé présenté à la précédente séance, rappelle les diverses communications qu'il a faites relativement à l'histoire des tremblements de terre et les résultats généraux que semblent déjà indiquer, quant au retour de ces terribles phénomènes, le rapprochement et la discussion des faits nombreux qu'il a recueillis. Il termine en exprimant le désir que la Commission qui a été chargée de prendre connaissance de l'ensemble de son travail, le juge maintenant assez avancé pour devenir l'objet d'un Rapport.

La séance est levée à 5 heures. E. D. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu dans la séance du 7 octobre 1861 les ouvrages dont voici les titres :

Rapport sur les comparaisons qui ont été faites à Paris en 1859 et 1860 de plusieurs kilogrammes en platine et en laiton avec le kilogramme prototype en platine des Archives impériales. — Etudes sur les diverses circonstances qui peuvent influer sur l'exactitude des pesées; par MM. REGNAULT, MORIN et BRIX. (Publié par ordre du gouvernement prussien). Berlin, 1861, 2 ex. in-4°.

Tableau des droits d'entrée et de sortie des marchandises dénommées au tarif général des douanes de France. Paris, 1861 ; in-4°.

Sur les déterminants dont les éléments ont plusieurs indices; par M. J. Blaise GRANDPAS ; ½ feuille in-8°.

Recherches expérimentales et théoriques sur les figures d'équilibre d'une masse liquide sans pesanteur; par M. J. PLATEAU; 6e série. Bruxelles, 1861 ; in-4°.

Mémoire sur l'intégration des équations différentielles relatives au mouvement des comètes; par M. J. PLANA. Turin, 1861 ; in-4°.

Note sur la formation probable de la multitude des astéroïdes qui, entre Mars et Jupiter, circulent autour du Soleil; par le même; in-4°.

Address at the.. *Discours prononcé à la Section géologique de l'Association britannique dans la session tenue à Manchester en septembre 1861; par* Sir R.-I. MURCHISON.

Address to the... *Discours prononcé à la séance annuelle de la Société royale de Géographie de Londres, le 27 mai 1861; par* Sir R. I. MURCHISON, vice-président de la Société.

First... *Première esquisse d'une nouvelle carte géologique d'Ecosse avec notes explicatives; par* Sir R.-I. MURCHISON et A. GEIKIE; br. in-8° avec couverture coloriée formant atlas.

The bifilar... *Le magnétomètre bifilaire, ses erreurs et ses corrections, comprenant la détermination du coefficient de température pour le bifilaire employé dans les observatoires coloniaux; par* M. J.-A. BROUN. Edimbourg, 1861; in-4°.

On the... *Sur la force horizontale du magnétisme de la terre; par* le même. Edimbourg, 1861; in-4°.

Abstract... *Analyse des deux Mémoires précédents; par* M. J.-A. BROUN, directeur de l'observatoire de Trevandrum; ¼ feuille in-8°.

On the... *Sur la variation lunaire diurne de la déclinaison magnétique à l'équateur magnétique; par* le même; 1 feuille in-8°.

Communications... *Sur certains résultats d'observations faites à l'observatoire de S. A. le Rajah de Travancore, communication faite à la réunion de l'Association britannique, tenue à Oxford en* 1860*; par* le même ; 1 feuille in-8°.

Mémoires de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; 7[e] série, t. III (n[os] 2-9). Saint-Pétersbourg, 1860; 8 livraisons in-4°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg; t. II, (feuilles 18-36); t. III (feuilles 1-22); 10 livraisons in-4°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, publié sous la rédaction du D[r] RENARD; année 1860 (n[os] 2-4). Moscou, 1860; 3 vol. in-8°.

Nouveaux Mémoires de la Société impériale des naturalistes de Moscou; t. XIII (formant le tome XIX de la collection), livraison 2. Moscou, 1861; 1 vol. in-4°.

Die formen... *Forme du bassin de la femme et particulièrement du petit bassin, avec un appendice sur l'ostéomalacie; par* le D[r] C.-C.-Th. LITZMANN. Berlin. 1861; in-4°.

Sitzungsberichte... *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences de Bavière;* livraisons 2 et 3. Munich, 1861; 2 vol. in-8°.

Ueber die... *Sur la détermination de la différence en longitude entre Altona et Schwerin; par* le D[r] C.-A.-F. PETERS. Altona, 1861; in-4°.

Il Sottordine... *Le sous-ordre des Acrophalles disposé scientifiquement d'après les résultats des recherches anatomiques et embryogéniques; par* le D[r] R. MOLIN. Venise, 1861; in-4°.

Sullo... *Recherches anatomiques sur le squelette des squales; par* le même. Venise, 1860; in-4°.

Di alcuni... *Sur quelques phénomènes particuliers qui accompagnent la congélation de l'eau; par* le prof. B. BIZIO; br. in-8°.

Del filo di prova... *Nouvelles recherches critiques concernant la distribution de l'électricité statique sur les conducteurs; par* le prof. A. COSTA SAYA; 1 feuille d'impression in-8°.

Cenni... *Essais géognostiques sur le Frioul; par* le D[r] J.-A. PIRONA. Udine, 1861; in-8°.

Il nuovo cimento... *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle;* t. XIV (juillet-août 1861); 1 cahier in-8°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES REÇUES PAR L'ACADÉMIE PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1861.

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des Sciences; 1er semestre 1861, n° 25, et 2e semestre, nos 9, 10, 11 et 12; in-4°.

Annales de l'Agriculture française; t. XVIII, nos 3, 4 et 5.

Annales forestières et métallurgiques; août 1861; in-8°.

Cosmos. Revue encyclopédique hebdomadaire des progrès des Sciences et de leurs applications aux Arts et à l'Industrie; t. XIX; 7, 8, 9, 10 et 11.

Journal des Connaissances médicales et pharmaceutiques; nos 23 et 24; 1861.

La Culture; 3e année; nos 1, 2, 3, 4, 5 et 6.

L'Agriculteur praticien; 3e série, n° 22; in-8°.

Le Moniteur scientifique du chimiste et du manufacturier; 113e livr.; in-4°.

L'Ami des Sciences; 7e année; nos 34, 35, 36 et 37; 1861.

Journal de Pharmacie et de Chimie; septembre 1861.

Répertoire de Pharmacie; nos 1 et 2; août 1861.

Gazette des Hôpitaux; nos 89 à 108; 1861.

La Médecine contemporaine; nos 33 à 35; 1861.

Gazette médicale d'Orient; 5e année; n° 5; 1861.

Revue de Thérapeutique médico-chirurgicale; 28e année; n° 17; 1861.

L'Art dentaire; n° 8.

Journal d'Agriculture pratique; nos 16 et 17.

Nouvelles Annales de Mathématiques; n° 9; in-8°.

Presse scientifique des deux mondes; n° 17; in-8°.

Répertoire de Pharmacie; septembre 1861; in-8°.

Gazette médicale de Paris; nos 35, 36 et 37; in-4°.

L'Abeille médicale; nos 33 à 37; 1861.

La Lumière. Revue de la Photographie; n° 16; 1861.

La Science pittoresque; 6e année; nos 16 à 18; 1861.

La Science pour tous; nos 38 à 41.

Moniteur de la Photographie; n° 12.

Le Gaz, n° 12.

ERRATA.

(Séance du 16 septembre 1861.)

Page 504, ligne 19, *au lieu de* ne se produit pas dans les nerfs, *lisez* ne se produit que dans les nerfs.

(Séance du 30 septembre 1861.)

Page 581, ligne 7, *ajoutez*

Le Mémoire de M. Planche est renvoyé à l'examen d'une Commission composée de MM. Lamé et Serret.

Page 596, ligne 1re,

« Nouveau Manuel simplifié de Photographie, par le même », *lisez* par M. E. de Valincourt.